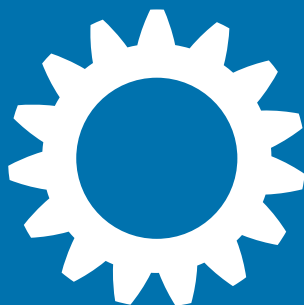


Karl Björk

# Elementär Mekanik



Tredje upplagan

## Förord till första upplagan

Föreliggande bok i elementär mekanik är tänkt som stöd i undervisningen i huvudmomentet mekanik i blockämnet teknologi.

Det förutsätts att fysikaliska storheter och dess enheter går igenom i fysik. I denna bok har SI-systemet använts med grundenheterna meter, kilogram och sekund för storheterna längd, massa och tid. Kraften får den sammansatta enheten  $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$  med benämningen newton (N).

Vissa formlers härledningar har utelämnats. Det är huvudsakligen tyngdpunktslägen och tröghetsmoment, som kräver kunskaper i differential- och integral-räkning. Stor vikt har istället lagts på övningsräkning. Cirka 60 lösta exempel och 230 uppgifter med svar ingår.

## Förord till andra upplagan

Vissa delar har omarbetats avsevärt. Önskemål om fler övningsuppgifter har framförts. Detta har resulterat i att antalet övningsuppgifter har ökat från 290 till 500. Av dessa har 100 försetts med fullständig lösning.

## Förord till tredje upplagan

Omarbetningar har gjorts på sidorna 41-44 vad gäller icke fullt utbildad friktion och friktionslösning samt på sidorna 56-59 för lyftblock.

## Tillägg till förord till tredje upplagan

Boken är, som framgår av förordet till första upplagan, anpassad till ämnet teknologi på fyraårig teknisk linje i gymnasiet. Den passar naturligtvis också teknikämnet i de 3-åriga tekniska linjerna. Den kan också med fördel användas i mellanningenjör-, drifttekniker- och driftingenjörsutbildningarna vid högskolorna.

*Karl Björk*

## Newtons lagar

Sir Isac Newton var den förste som korrekt formulerade lagarna för partikelns rörelse och som demonstrerade deras giltighet. Något omformade har dessa lagar fått följande lydelse:

### 1:a lagen

En partikel förblir i vila eller fortsätter att röra sig rätlinjigt med konstant hastighet, om de på partikeln verkande krafternas resultant är noll.

### 2:a lagen

En partikels acceleration är proportionell mot den kraftresultant, som verkar på den. Accelerationsriktningen sammanfaller med resultantens riktning.

### 3:e lagen

Aktions- och reaktions-krafterna i kontaktytan mellan två kroppar är lika till storlek, motsatt till riktning och har sammanfallande verkningslinjer.

Newtons 2:a lag bildar grunden för det mesta inom dynamiken. Om partikelns massa är  $m$ , kan den skrivas  $F = m \cdot a$

### Gravitationslagen

Förutom lagarna för partikelns rörelse var Newton även ansvarig för uppställandet av den lag som bestämmer den ömsesidiga attraktionen mellan kroppar. Den lagen uttrycks genom formeln:

$$F = k \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

där  $F$  är den ömsesidiga attraktionskraften mellan partiklarna eller kropparna,  $k$  är gravitationskonstanten,  $m_1$  och  $m_2$  är de två partiklarnas massor och  $r$  är avståndet mellan partiklarnas centra.

Med den lagen kan bland annat tyngdaccelerationen härledas.

## INNEHÅLL

<b>STATIK</b>		Självhåmningsvillkor	40
<b>Momentjämvikt, Momentlagen</b>	<b>6</b>	Fullt utbildad eller icke fullt utbildad friktion	41
<b>Kraftjämvikt, kraftparallelogramlagen</b>	<b>7</b>	Tekniska tillämpningar	42
<b>Tillämpningar på kraftparallelogramlagen</b>	<b>7</b>	<b>Glidning med friktion</b>	<b>47</b>
Resultant till två krafter	7	Arbete och energi	47
Resultant till flera krafter	8	Värmealstring	47
Uppdelning av krafter	8	Glidning längs lutande plan	47
Resultantbestämning genom både uppdelning och sammansättning	9	Lägesenergi och friktionsenergi	47
Resultant till parallella krafter med skilda verkningslinjer	10	Verkningsgrad	48
Kraftpar	11	Skruvens mekanik	49
Kraftpars moment	11	Glidning mellan lina och cylinder	51
Resultant till flera i samma plan		Bandbroms	52
belägna krafter	13	Backbroms	55
Grafisk resultant bestämning	16	<b>Lyftblock</b>	<b>56</b>
Kraftpolygon	16	Fast block och rörligt block	56
Linpolygon	17	Utväxling	56
<b>Tyngdpunkt</b>	<b>18</b>	Friktionsförkluster i lyftblock	57
Tyngdpunktslägen för linjer, ytor och kroppar	20	Verkningsgrad	57
<b>Guldins regler</b>	<b>22</b>	Totalverkningsgrad	57
<b>Fasta kroppars jämvikt (utan friktion)</b>	<b>23</b>	Differentialblock	59
Friläggning	24	Lintrumma och rörligt block	59
Reaktionskrafter	24	<b>Kuggväxlar</b>	<b>60</b>
Brytning av kontakten	25	Krafter och moment enkel kuggväxel	60
Snitt	25	Utväxling	60
Statiskt bestämda och statiskt obestämda jämviktsfall	26	Dubbel kuggväxel	61
Kropp påverkad av tre krafter eller två krafter	26	Tredubbel kuggväxel	61
Grafisk lösning av jämviktsproblem	26	Kuggväxelns verkningsgrad	61
Slutlinje	27	<b>Stabilitet och stjälpning</b>	<b>62</b>
<b>Friktion</b>	<b>37</b>	Stabil jämvikt	62
Friktionskraft	37	Labil jämvikt	62
Friktionstal	37	Säkerhet mot stjälpning	63
Friktionsvinkel	38	Stjälpning med friktion	65
Vilofriktion	38	Stjälpning-rullning	65
Rörelsefriktion	38	<b>Rullningsmotstånd</b>	<b>66</b>
<b>Fasta kroppars jämvikt med friktion</b>	<b>38</b>	<b>Lagerfriktion vid roterande axlar</b>	<b>70</b>
Lutande plan	38	Friktionstal vid glidlager och rullningslager	70
Kil	39	Friktionsmoment vid radiallyger	71
		Friktionsmoment vid axiallager	72
		Friktionsmoment vid linjhjul och kugghjul	73

<b>KINEMATIK</b>			
<b>Rätlinjig translation</b>	<b>74</b>		
Hastighet	74		
Acceleration	74		
Retardation	75		
Konstant hastighet	75		
Konstant acceleration	76		
Grafisk framställning	77		
<b>Kroklinjig translation</b>	<b>79</b>		
Normalacceleration	79		
Tangentialacceleration	79		
Totalacceleration	79		
Uppdelning av totalaccelerationen i andra riktningar	80		
Kaströrelse	81		
<b>Rotation</b>	<b>83</b>		
Vinkelhastighet	83		
Vinkelacceleration	83		
Masspunkternas rörelse vid rotation	83		
Konstant vinkelhastighet	84		
Konstant vinkelacceleration	85		
Rotation med utväxling	86		
<b>Translation + rotation</b>	<b>88</b>		
Momentancentrum	88		
Polbana	88		
Rullning	89		
Hastigheter och vinkelhastigheter vid rullning	89		
Accelerationer vid rullning	90		
<b>Relativ rörelse</b>	<b>91</b>		
Förande hastighet, relativ hastighet och absolut hastighet	91		
<b>KINETIK</b>			
<b>Rätlinjig translation</b>	<b>93</b>		
Accelerationslagen	93		
Enheter för massa, acceleration och kraft	93		
D´Alemberts princip med tröghetskraft	94		
<b>Kroklinjig translation</b>	<b>96</b>		
Tröghetskrafter	96		
Centrifugalkraft	96		
<b>Rotation med vinkelacceleration</b>	<b>98</b>		
Masströghetsmoment	98		
		Tröghetskrafternas moment	98
		Tröghetsradie	99
		Tröghetsdiameter	99
		Svängmoment	99
		Beräkning av masströghetsmoment	100
		Steiners sats	101
		Balansering av kroppar	101
		<b>Translation och rotation</b>	<b>103</b>
		Plan rörelse	103
		Rullning	103
		<b>Mekaniskt arbete och energi</b>	<b>105</b>
		Mekaniskt arbete och rörelseenergi vid translation och rotation	105
		Energiprincipen	105
		Energiformer	105
		Enheter för energi	106
		Grafisk framställning av arbete	109
		<b>Effekt</b>	<b>110</b>
		Medeleffekt	110
		Momentan effekt vid translation och rotation	110
		Enheter för effekt	110
		Verkningsgrad	110
		Effektmätare vid roterande rörelse	111
		<b>Svängningsrörelser</b>	<b>113</b>
		Egensvängningar	113
		Egensvängningstid	113
		Fysisk pendel	113
		Torsionspendel	113
		Reducerad pendellängd	113
		Kraftpåverkade svängningar	115
		Kritiskt varvtal	116
		Amplituden som funktion av vinkel hastigheten vid kraftpåverkad svängning	117
		<b>Stöt mellan kroppar</b>	<b>117</b>
		Rörelsemängd	117
		Studscoefficient	117
		Rak central stöt	117
		Sned central stöt	117
		Rak excentrisk stöt	118
		<b>Svar till övningsexemplen</b>	<b>121</b>
		<b>Ordregister</b>	<b>126</b>

# INNEHÅLL ..... Sida

## STATIK - jämvikt i vila

Momentjämvikt .....	6
Kraftjämvikt .....	7
Tyngdpunkt .....	18
Guldins regler .....	22
Fasta kroppars jämvikt .....	23
Friktion .....	37
Fasta kroppars jämvikt med friktion .....	38
Glidning med friktion .....	47
Lyftblock .....	56
Kuggväxlar .....	60
Stabilitet och stjälpning .....	62
Rullningsmotstånd .....	66
Lagerfriktion vid roterande axlar .....	70

## KINEMATIK - rörelselära

Rätlinjig translation .....	74
Kroklinjig translation .....	79
Rotation .....	83
Plan rörelse (translation + rotation) .....	88
Relativ rörelse .....	91

## KINETIK - sambandet mellan rörelse och kraft

Rätlinjig translation .....	93
Kroklinjig translation .....	96
Rotation med vinkelacceleration .....	98
Plan rörelse (translation + rotation) .....	103
Mekaniskt arbete och energi .....	105
Effekt .....	110
Svängningsrörelser .....	113
Stöt mellan kroppar .....	117
Svar till övningsexemplen .....	121
Register .....	126

### Av förlaget utgivna böcker:

- Hållfasthetslära för teknologi och konstruktion
- Formler och tabeller för mekanisk konstruktion

### Karl Björks Förlag HB

Uppgårdsvägen 50, 163 52 Spånga

Tel: 070 59 42 317

E-post: [info@bjorksforlag.se](mailto:info@bjorksforlag.se)

Web: [www.bjorksforlag.se](http://www.bjorksforlag.se)