

13.1.3

Vandret kast og skråt kast



FIGUR 13.28 ▲ I mange sportsgrene udføres vandret kast, når bolden afleveres til en medspiller eller sendes mod målet. Her ses håndboldspilleren Kathrine Heindahl på vej til at sende bolden afsted mod målet.

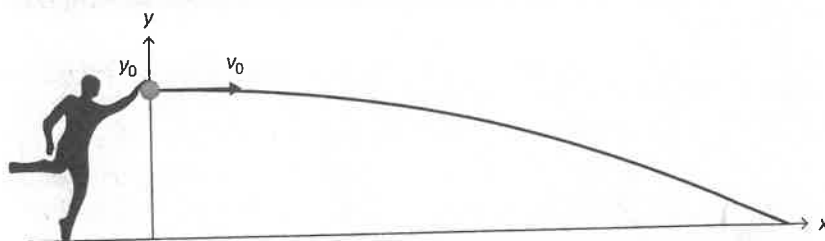
I dette afsnit opstilles bevægelsesligninger for eksempler på bevægelse i to dimensioner. Udgangspunktet er kraftanalyse ved hjælp af Newtons love, som beskrevet i forrige afsnit. Først beskrives et vandret kast.

I et vandret kast gives et legeme en begyndeshastighed i vandret retning. Derefter er legemet udelukkende påvirket af tyngdekraften. Der ses altså bort fra fx luftmodstand. I beskrivelsen af det vandrette kast betragtes kun den del af bevægelsen, der foregår udelukkende under påvirkning af tyngdekraften. For en bold, der kastes vandret, svarer dette til tidsrummet, hvor bolden er i luften.

UDLEDNING

I det følgende udledes stedfunktioner for henholdsvis den vandrette og den lodrette bevægelse i et vandret kast. Derudover udledes en formel for banekurven for et vandret kast og en formel for kastelængden.

FIGUR 13.29 ► Banekurve for et vandret kast.



Det vandrette kast betragtes i et koordinatsystem med en vandret x -akse som vist på figur 13.29. Legemet starter i højden y_0 med begyndeshastigheden v_0 . For at udlede bevægelsesligninger for det vandrette kast opskrives den resulterende kraft for henholdsvis x - og y -retningen og Newtons 2. lov anvendes. Idet tyngdekraften er eneste kraft på legemet, fås følgende:

$$\text{x-retningen: } F_{\text{res},x} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad m \cdot a_x = 0 \quad \Leftrightarrow \quad a_x = 0$$

$$\text{y-retningen: } F_{\text{res},y} = -F_{\text{tyngde}} \quad \Leftrightarrow \quad m \cdot a_y = -m \cdot g \quad \Leftrightarrow \quad a_y = -g$$

Det ses, at bevægelsen i x -retningen foregår med konstant hastighed, og at bevægelsen i y -retningen foregår med konstant acceleration. Derfor kan bevægelsen i de to retninger beskrives med de kinematiske bevægelsesligninger for henholdsvis konstant hastighed og konstant acceleration (se evt. *En verden af fysik B*, afsnit 7.1.3 og 7.1.4).

$$s(t) = v_0 \cdot t + s_0$$

Stedfunktion for bevægelse
konstant hastighed.

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a_0 \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

Stedfunktion for bevægelse
med konstant acceleration.

Det vandrette kast er altså sammensat af en vandret bevægelse med konstant hastighed og et lodret, frit fald:

$$x(t) = v_0 \cdot t$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + y_0$$

For at udlede et udtryk for banekurven for det vandrette kast, isoleres først t i $x(t)$, hvor der for overskuelighedens skyld blot skrives x for $x(t)$:

$$x = v_0 \cdot t \quad \Leftrightarrow \quad t = \frac{x}{v_0}$$

Dette udtryk for t indsættes i $y(t)$, så man får y som funktion af x :

$$y = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + y_0 = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{v_0}\right)^2 + y_0 = -\frac{g}{2 \cdot v_0^2} \cdot x^2 + y_0$$

Banekurven for det vandrette kast er altså en parabelgren, der vender nedad (se figur 13.30), og ikke overraskende har parabeln toppunktet i $(0, y_0)$.

Generelt kan alle oplysninger om bevægelsen af et legeme i et vandret kast udledes ud fra koordinatfunktionerne $x(t)$ og $y(t)$. Ønsker man fx at finde kastetiden, løses ligningen $y(t) = 0$. Vil man finde nedslagsstedet, x_{\max} , kan man løse $y(t) = 0$ og indsætte resultatet i $x(t)$. Man kan dog også bruge udtrykket for banekurven, idet man så løser ligningen $y(x) = 0$. Gøres dette ud fra det generelle udtryk for banekurven, fås en generel formel for x_{\max} . Dette er vist her:

$$\begin{aligned} y(x_{\max}) = 0 &\Leftrightarrow -\frac{g}{2 \cdot v_0^2} \cdot x_{\max}^2 + y_0 = 0 \\ &\Rightarrow x_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot y_0 \cdot v_0^2}{g}} \end{aligned}$$

FAKTA

Formel 13.1, 13.2 og 13.3: **Vandret kast**

Et vandret kast fra højden y_0 og med begyndelseshastighed v_0 , vil have følgende koordinatfunktioner:

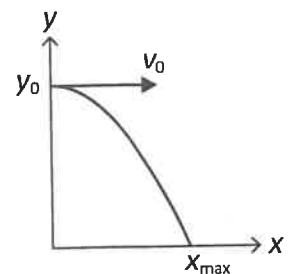
$$x(t) = v_0 \cdot t \quad \text{FORMEL 13.1 A}$$

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + y_0 \quad \text{FORMEL 13.1 B}$$

Banekurven og kastelængden er givet ved formlerne:

$$y(x) = -\frac{g}{2 \cdot v_0^2} \cdot x^2 + y_0 \quad \text{FORMEL 13.2}$$

$$x_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot y_0 \cdot v_0^2}{g}} \quad \text{FORMEL 13.3}$$



FIGUR 13.30 ▲ Banekurve for et vandret kast.

EN VERDEN AF FYSIK A

Af Kasper Grosman Michelsen og Danni Thorkild Pedersen

1. udgave, 1. oplag 2020

© 2020 Gyldendal A/S

FORLAGSREDAKTION

Jesper Frønde

FAGLIG REDAKTØR

Kim Bertelsen

ILLUSTRATIONER

Jørgen Strunge, Strunge Grafik

TEKNISKE TEGNINGER

Anne Marie Kaad

GRAFISK TILRETTELÆGGELSE:

Anne Marie Kaad

OMSLAG

Karen Christensen Design

TRYK

GPS Group / Grafotisk

Printed in Bosnia & Herzegovina

ISBN

978-87-6282008-1

Kopiering fra denne bog må kun finde sted på institutioner, der har indgået aftale med COPY-DAN Tekst og Node, og kun inden for de i aftalen nævnte rammer.

www.gyldendal-uddannelse.dk

En del af Gyldendal-gruppen  250 ÅR

