

# Physikalische Zusammenhänge/Formeln

Eingabegrößen:

$v_0$	Geschwindigkeit
$\alpha$	Abschußwinkel
$d$	Kugeldurchmesser
$m$	Kugelmasse

Klassisch:

Gipfelhöhe  $H=v_y^2/(2*G)$   
Reichweite  $W=2*v_x*v_y/G$   
Flugdauer  $T=2*v_y/G$

mit  $v_x=v_0*\cos(\alpha)$  und  $v_y=v_0*\sin(\alpha)$

Simulation:

Fallbeschleunigung:

$$\mathbf{a}_G = -G * R^2 * \mathbf{s} / |\mathbf{s}|^3$$

Verzögerung durch Atmosphäre:

$$\mathbf{a}_L = -0.125 * c_w * \pi * d * \rho * e^{-(|s|-R)/HB} * |\mathbf{v}| * \mathbf{v} / m$$

Geschwindigkeitsänderung:

$$d\mathbf{v} = (\mathbf{a}_G + \mathbf{a}_L) * dt$$

Ortsänderung:

$$d\mathbf{s} = (0.5 * (\mathbf{a}_G + \mathbf{a}_L) * dt + \mathbf{v}) * dt$$

$\mathbf{s}$ ,  $d\mathbf{s}$ ,  $\mathbf{v}$ ,  $d\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{a}_G$ ,  $\mathbf{a}_L$  sind (2-dimensionale) Vektoren, die restlichen Größen sind skalar.  
Die Erde wird als Kreis mit Radius R und Mittelpunkt im Ursprung eines kartesischen Koordinatensystems angenommen. Alle physikalischen Größen sind im MKS-System (Meter, Kilogramm, Sekunde) ausgedrückt.

Konstanten:

G	Fallbeschleunigung auf der Erdoberfläche
R	Erdradius
$c_w$	Luftwiderstandsbeiwert der Kugeldurchmesser
$\rho$	Luftdichte auf der Erdoberfläche
HB	Barometrische Höhe
$\pi$	Kreiszahl

Im Programm a15.c kann auf die o.g. Konstanten durch folgende Deklarationen zugegriffen werden:

```
extern const double G;  
extern const double R;  
extern const double CW;  
extern const double RH0;  
extern const double HB;  
extern const double PI;
```

desweiteren kann eine Funktion durch folgende Deklaration verwendet werden:

```
extern void simstep(double s[2], double v[2], double m, double d, double dt);
```

Aufruf mit `simstep(s,v,m,d,dt);`

$s$  und  $v$  sind vom Typ `double[2]`, wobei die erste Komponente der x-Komponente entspricht.

Die Funktion berechnet die neuen Werte für  $s$  und  $v$  nach dem Intervall  $dt$  anhand der o.g. Formeln.

Das Programm wird auf chameleon wie folgt kompiliert:

```
gcc -ansi -Wall -o a15 a15.c ~schusser/C/a15sim.o -lm
```