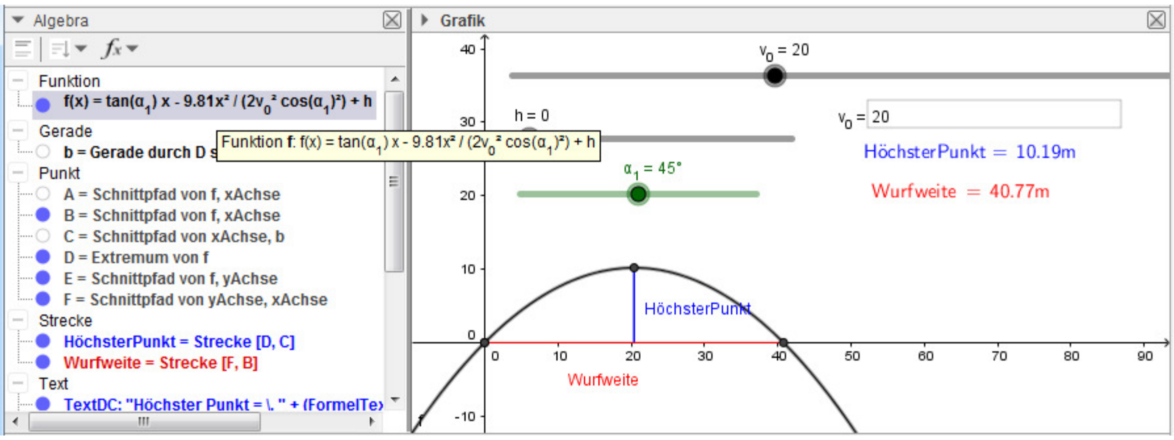
Unter GeoGebra können Physiksimulationen nur dann dargestellt werden, wenn die entsprechenden Bahnkurven explizit eingegeben werden, d.h. Man muss vorher „alles berechnet“ haben.

1) <u>Beispiel: schiefer Wurf material-M3G6eBa7</u> aus geogebra.org/materials

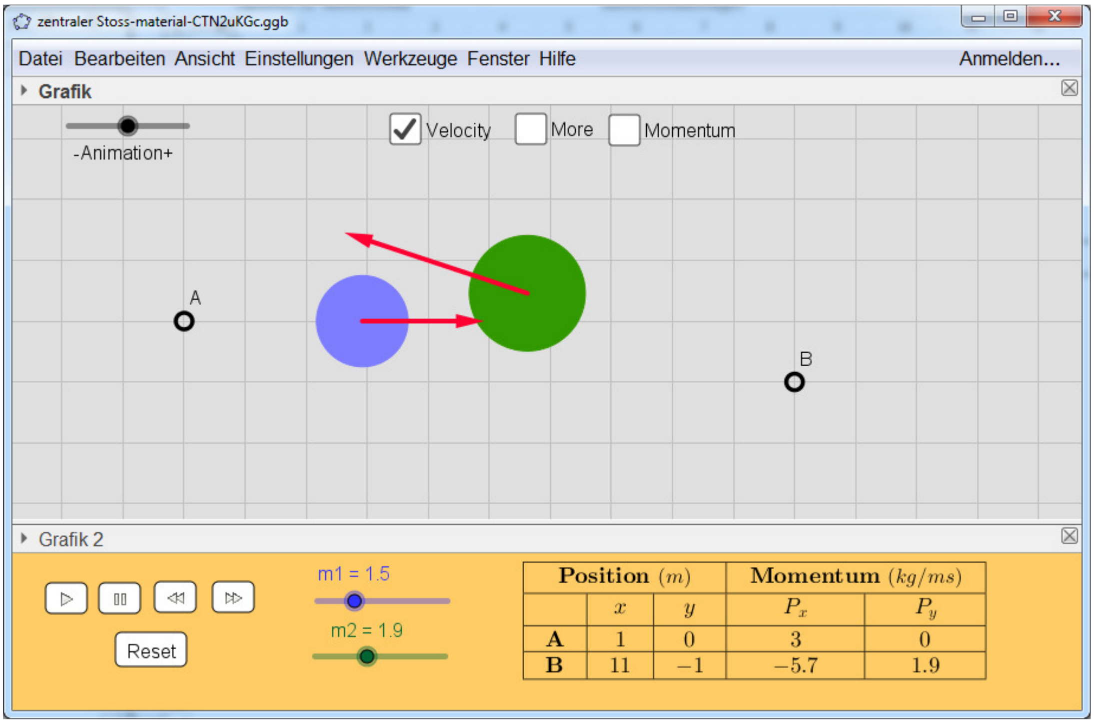


Die Bahn (Wurfparabel) explizit als Funktion f abhängig von Winkel α_1, Geschwindigkeit v_0 und Abwurfhöhe h eingegeben, siehe auch

2) <u>Beispiel: schiefer-Wurf-material-Xqv76gu8</u> aus geogebra.org/materials

Betrachte speziell im Algebra-Fenster die Funktion w und die Parameterkurven w_1 , w_2 und w_l

3) <u>Beispiel: zentraler Stoss-material-CTN2uKGc</u> aus geogebra.org/materials



Bahn des blauen Kreises explizit eingegeben

Kreis(AM, m1 / 2) um AM = (x(A) + vx1 t, y(A) + vy1 t) abhängig von Zeit t bis Collission zur Zeit

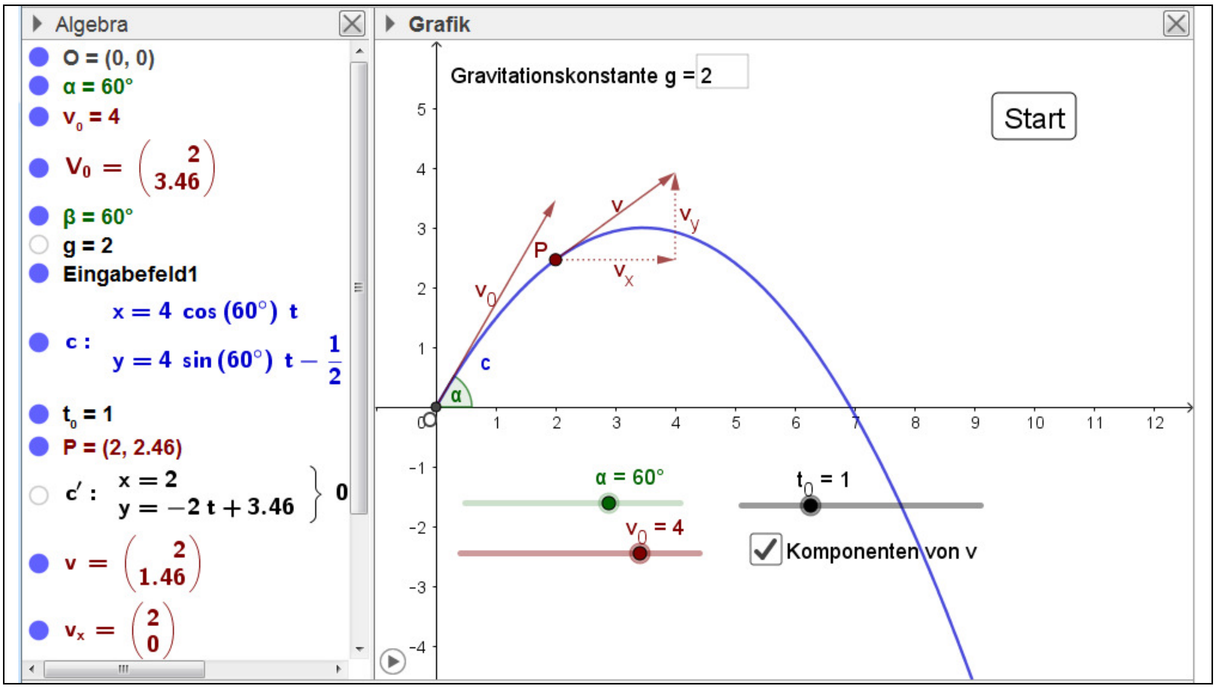
$time1 = (d \cos(\gamma xy - \gamma v) + \sqrt{(m1 / 2 + m2 / 2)^2 - (d \sin(\gamma xy - \gamma v))^2}) / \sqrt{(vx1 - vx2)^2 + (vy1 - vy2)^2}$

$time2 = (d \cos(\gamma xy - \gamma v) - \sqrt{(m1 / 2 + m2 / 2)^2 - (d \sin(\gamma xy - \gamma v))^2}) / \sqrt{(vx1 - vx2)^2 + (vy1 - vy2)^2}$

Dann

Kreis(E, m1 / 2) um E = (x(G) + vx1p (t - time2), y(G) + vy1p (t - time2))

Eigenes Beispiel: Schiefer Wurf – ebene Kurve mit Parameter t (Zeit)



Nach Vorgabe des Winkels α, der Anfangsgeschwindigkeit v_0 und der Gravitationskonstante g ergibt sich die Bahn mit Startpunkt O=(0,0) als Kurve (Überlagerung der linearen Horizontalbewegung $x=v_0 \cos(\alpha)\, t$ und der vertikalen Bewegung gegen die Gravitationskraft $y = v_0 \sin(\alpha)\, t - 1/2\, g\, t^2$), vgl. 8.

y = 0 liefert den Zeitpunkt t_1 für das Auftreffen auf der x-Achse (die größte Weite). Daher wird für die Animation des Punktes $P=c(t_0)$ der Schieberegler t_0 von 0 bis t_1 festgelegt. Der Befehl Ableitung(c) liefert den Geschwindigkeitsvektor $c'(t_0)$ von P, dessen Komponenten in x- und y-Richtung die oben genannte Überlagerung der beiden Bewegungen zeigen, vgl. Konstruktionsweg.

Nr.	Name	Definition	Wert
1	Punkt O		O = (0, 0)
2	Winkel α	*Schieberegler 0° bis 90°*	α = 60°
3	Zahl v_0	*Schieberegler 1 bis 5*	v_0 = 4
4	Vektor V_0	(v_0 cos(α), v_0 sin(α))	V_0 = (2, 3.46)
5	Winkel β	Winkel(Vektor((1, 0)), V_0)	β = 60°
6	Zahl g		g = 2
7	Eingabefeld	Eingabefeld(g)	" Gravitationskonstante g = "
8	Kurve c	Kurve(v_0 cos(α) t, v_0 sin(α) t - 1 / 2 g t^2, t, 0, 10)	c:(4cos(60°) t, 4sin(60°) t - 1 / 2 (2) t^2)
9	Zahl t_1	$2v_0$ sin(α) / g *(Zeit zur größten Weite)*	t_1 = 3.46
10	Zahl t_0	*Schieberegler 0 bis t_1*	t_0 = 1
11	Punkt P	c(t_0)	P = (2, 2.46)
12	Kurve c'	Ableitung(c)	c':(2, -2t + 3.46)
13	Vektor v	Vektor(P, P + c'(t_0))	v = (2, 1.46)
14	Vektor v_x	Vektor(P, P + (x(v), 0))	v_x = (2, 0)
15	Vektor v_y	Vektor(P + (x(v), 0), P + v)	v_y = (0, 1.46)
16	Wahrheitswert ww		ww = true
17	Schaltfläche	Schaltfläche1	Start

Erste einfache Physiksimulationen mit Cinderella

Wähle unter Configuration -> Toolbar „CindyLab“ oder „Alle Werkzeuge“ um die Werkzeuge für die Physiksimulation zu erhalten: ***Masse, Masse mit Geschwindigkeit***, ***Feder mit Ruhelänge Null***, ***Feder***, ***Coulomb Kraft***, ***Schwerkraft***, ***Sonne***, ***Fußboden***, (reflektierende) ***Wand***, ***Magnetfeld***. Die Dynamik der vorgegebenen Konfiguration wird von Cinderella aus den physikalischen Gesetzen numerisch berechnet und ausgegeben.

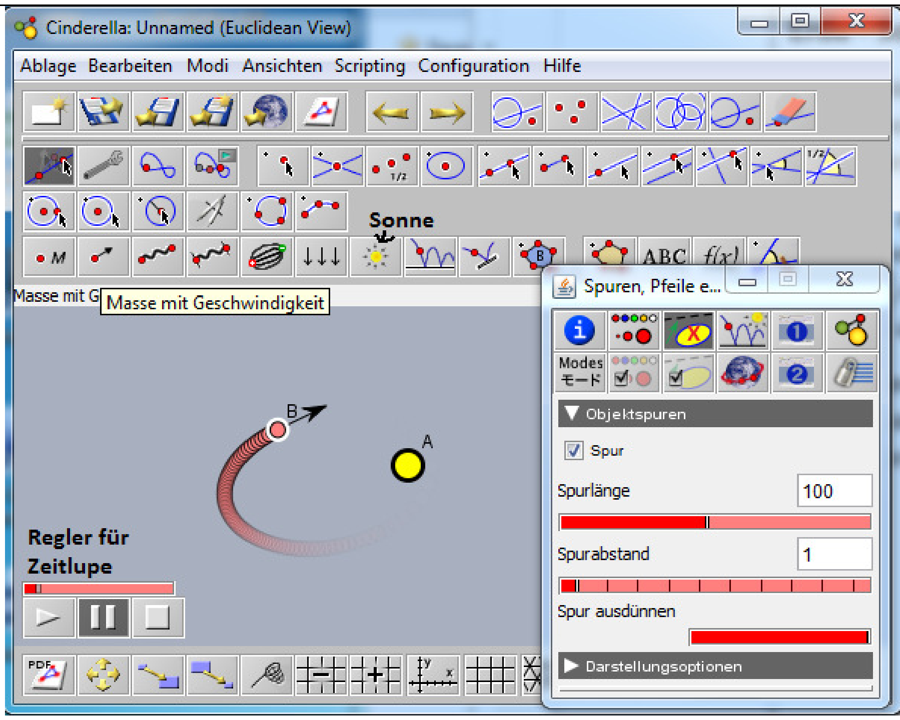
Planetenbewegung Erde - Sonne

Wähle eine Sonne und eine Masse mit kleiner Geschwindigkeit.

Ein Klick auf Start liefert die Planetenbewegung, die man in Zeitlupe (Schieberegler) ansehen kann.

Durch Rechtsklick auf den Punkt B kann man im Inspektor die Spur von B setzen.

Setzt man eine zweite Sonne, so kann man die Planetenbewegung in einem **Zweisonnensystem** studieren (die Bahn bleibt immer in einem Kegelschnitt mit den Sonnen als Brennpunkten) oder stabile Bahnen suchen.



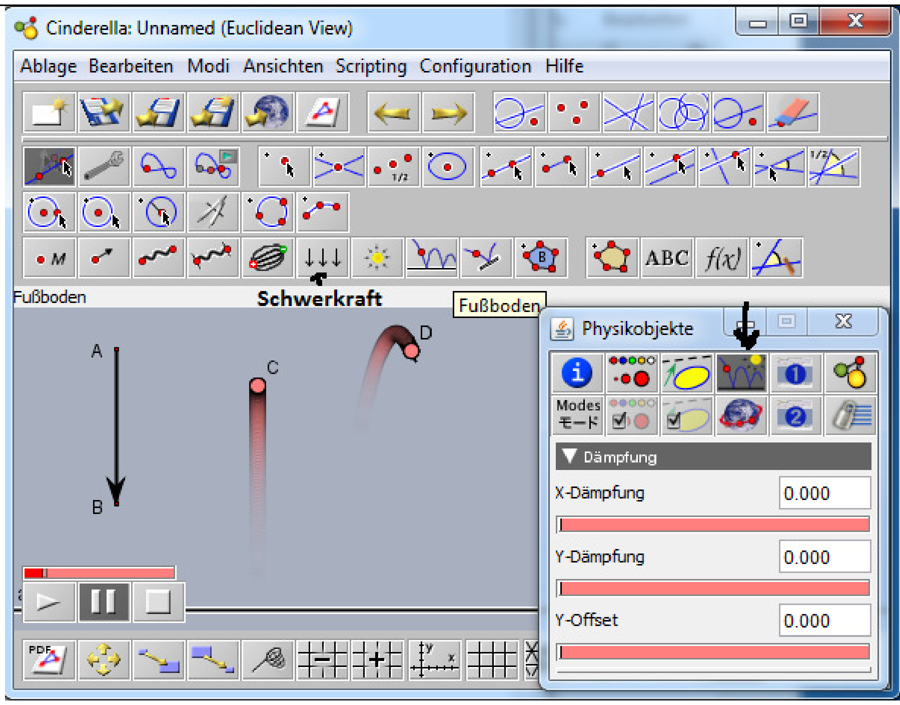
Siehe auch das File **PlanetenExperimente.cdy** im Ordner Cinderella-Physik, bei dem die Massen rechts oben geparkt und die Werte der Massen über Schieberegler variiert werden können, vgl. dazu CindyScript unter Scripting.

Bewegung im Schwerefeld

Wähle die Schwerkraft AB vertikal, einen horizontalen Fußboden, eine Masse C (ohne Geschwindigkeit) und eine Masse D mit kleiner Geschwindigkeit.

Ein Klick auf Start liefert die Bewegung der Massen im Schwerefeld.

Dabei muss man im Inspector die Dämpfung des Fußbodens (Rechtsklick -> Informationen einblenden) auf 0 setzen.



Siehe auch das File **Masse im Schwerefeld.cdy** im Ordner Cinderella-Physik, bei dem sich experimentell die Abhängigkeit der Steighöhe von v_y , g bestimmen lässt.

Elastischer Stoß

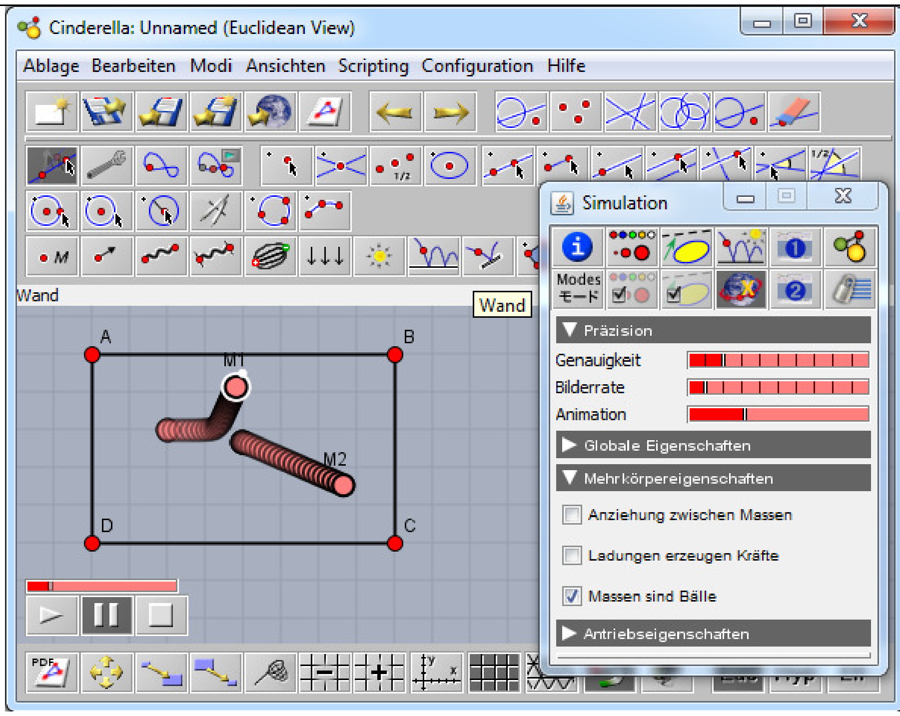
Setze als Experimentierfeld ein Rechteck ABCD mit reflektierenden Wänden.

Wähle eine Masse M1 mit horizontaler Geschwindigkeit und eine ruhende (gleichgroße) Masse M2.

Im Inspector müssen unter Simulation die Massen als Bälle gewählt werden.

Trifft M1 M2 zentral, zeigt Cinderella das Erwartete (bis Rundungsfehler zu groß werden).

Trifft M1 M2 leicht versetz, so laufen beide Massen im rechten Winkel zueinander fort (Impuls- und Energieerhaltung).

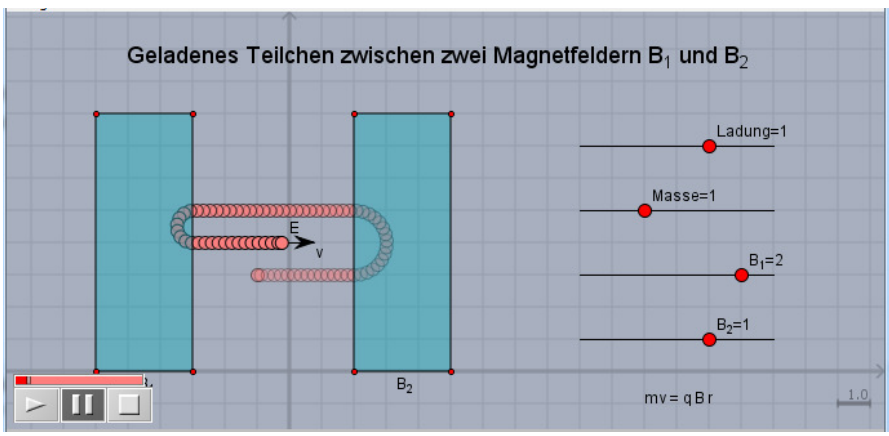


Siehe auch das File **Elastischer Stoss.cdy** im Ordner Cinderella-Physik, bei dem über CindyScript das Experimentierfeld auf ein Rechteck beschränkt ist, siehe Scripting, und die Werte und Geschwindigkeiten der Massen variiert werden können. Dabei werden schwerere Kugeln als größere Punkte dargestellt.

Siehe auch die weiteren Files im Ordner Cinderella-Physik, insbesondere das File **Schiefer Wurf.cdy** oder **Ladung im Magnetfeld.cdy**, bei denen physikalische Abhängigkeiten experimentell ermittelt werden können. Unten z.B. **m v = q B r** durch Variieren der Werte für m, v, q, B und Messen von r.

Man erkennt, dass bei Verdoppelung des Magnetfelds B der Radius r halbiert wird, also B*r konstant ist.

Entsprechend findet man heraus, dass bei Verdoppelung der Masse M und der Ladung q die Bahn unverändert bleibt, also M und q proportional sind.



Die Magnetfelder sind dabei ideal auf die Rechtecke beschränkt.

Siehe auch die Cinderella-Musik-Files **Canon.cdy** und **mozart.cdy** im Ordner Cinderella-Musik