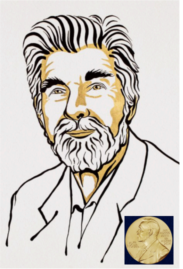
Physik I für Medis 2021

Nobelpreise Physik 2021

Giorgio Parisi

Theorie komplexer Systeme,
Bringt Ordnung ins Chaos

Syukuro Manabe



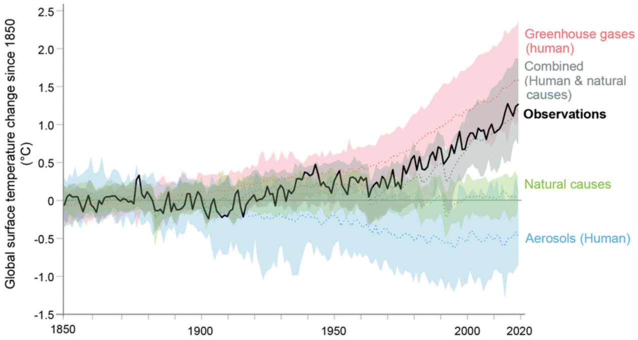
Klaus Hasselmann

Klimaforschung und -modellierung

Nobelpreise Physik 2021

Heutzutage gibt es keine berechtigten Zweifel mehr, dass sich das Klima durch den Einfluss der Menschen verändert.

International erarbeitete Prognosen aus Klimamodellen (z.B. IPCC reports) sind unverzichtbare Grundlage für politische Entscheidungen (z.B. Pariser Klimaabkommen).



IPCC Sixth Assessment Report

Das war nicht immer so!

Pionierarbeit durch Manabe und Hasselmann lange, bevor von Klimawandel die Rede war.

Themen heute

Kreisbewegungen

Winkelgeschwindigkeit

Zentripetalgeschwindigkeit

Kreisgeschwindigkeit

Kinematik

Zusammenhang $\vec{a} - \vec{v} - \vec{r}$

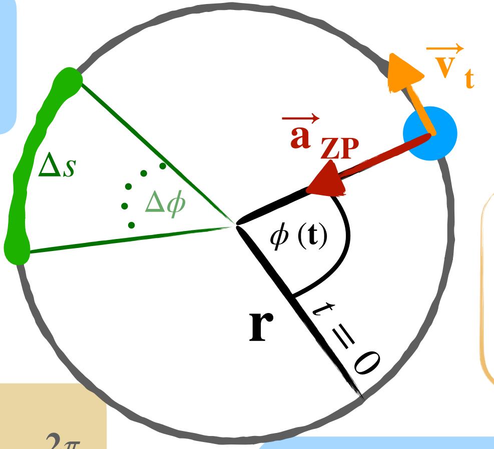
Würfe

Kreisbewegungen

Befindet sich eine Masse auf einer Kreisbahn, so wirkt auf die Masse <u>immer</u> eine Beschleunigung, die Richtung Kreismitte zeigt.

Bogenmaß für Winkel

$$360^o \mathrel{\widehat{=}} 2\pi \Longleftrightarrow 3^o \mathrel{\widehat{=}} \frac{3^o}{360^o} \cdot 2\pi$$



Winkel, der nach Zeit t überstrichen wurde:

$$\phi\,(t) = \omega t \qquad [\text{für } \omega = const.]$$

Länge Kreissegment:

$$\Delta s = r \cdot \Delta\phi$$

Tangentialgeschwindigkeit: $\left|\vec{v}_t\right| = \omega r$

Zentripetalbeschleunigung: $\left|\vec{a}_{ZP}\right| = \omega^2 r = \frac{v_t^2}{r}$

(hält Masse auf Kreisbahn)

Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

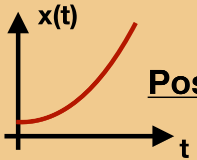
Wieviel Winkel pro Zeit?

(volle Umdrehung nach T)

<u>übrigens:</u>

Beträge von v_t und a_{ZP} lassen sich durch (zweifaches) Ableiten des Positionsvektors herleiten

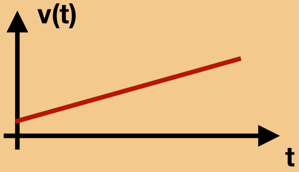
$\vec{r} \leftrightarrow \vec{v} \leftrightarrow \vec{a}$



Position

Ableiten

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$$



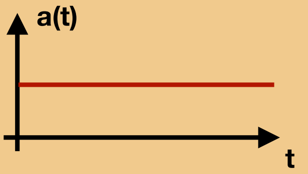
Geschwindigkeit

Integrieren

$$\vec{r}(t) - \vec{r}(t_0) = \int_{t_0}^{t} \vec{v}(t')\ dt'$$

Ableiten

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}$$



Beschleunigung

Integrieren

$$\vec{v}(t) - \vec{v}(t_0) = \int_{t_0}^{t} \vec{a}(t')\ dt'$$

Spezialfall 1:

Konstante Geschwindigkeit $\leftrightarrow \frac{d\vec{v}}{dt} = 0$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v} \cdot t$$

Spezialfall 2:

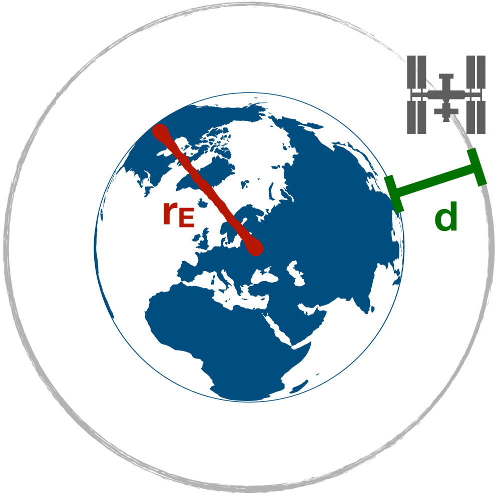
Konstante Beschleunigung $\leftrightarrow \frac{d\vec{a}}{dt} = 0$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a}}{2} \cdot t^2$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$$

Raumstation im Orbit

Die internationale Raumstation (ISS) umkreist die Erde in einer Höhe von etwa 410 km. Für eine gesamte Umrundung benötigt die Station gerade einmal T ~ 93 min.



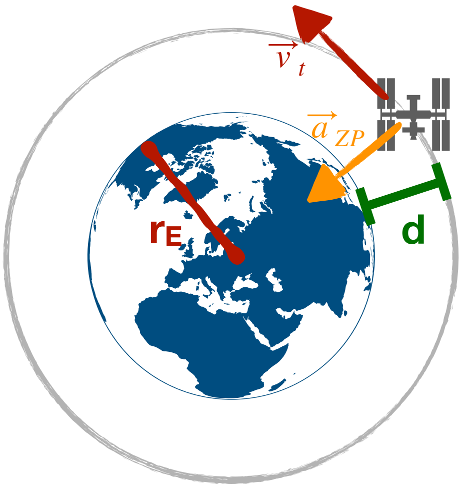
Erdradius r_E = 6378 km

<u>Fragen:</u>

Wie gross ist die Geschwindigkeit, mit der die Station die Erde umkreist?

Welche Beschleunigung wirkt und wie groß ist diese?

Raumstation im Orbit - Lösung



gegeben: **Dauer für einen Umlauf:** $T = 93 \text{ min} = 5580 \text{ s}$

Radius der Kreisbahn

$$r = r_E + d = 6378 \text{ km} + 410 \text{ km} = 6788 \text{ km}$$

1. Berechne Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 1.13 \cdot 10^{-3} \frac{1}{s}$

2. Erhalte daraus Bahngeschwindigkeit $v_t = \omega r = 7.6 \frac{\text{km}}{s}$

3. Beschleunigung:

Es wirkt eine Beschleunigung in Richtung Erdmittelpunkt. Diese hat den Betrag:

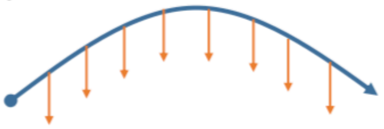
$$a_{ZP} = \omega^2 r = 8.6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Das entspricht der Erdbeschleunigung in 410 km Höhe!

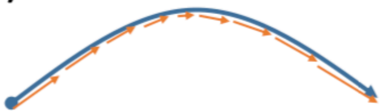
Frage 1

Ich werfe einen Stein in den See. Welche Skizze zeigt die Beschleunigung des Steines über die Flugbahn hinweg?

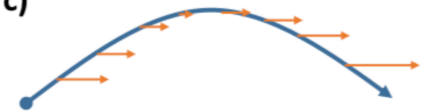
a)



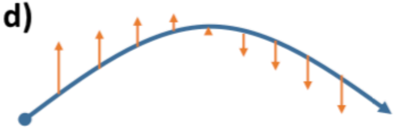
b)



c)



d)

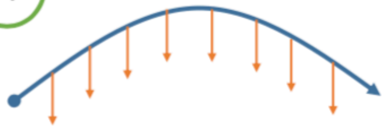


Beim Wurf ist die horizontale Geschwindigkeit konstant
→ c) und b) falsch.
Die einzige Beschleunigung die wirkt ist die Erdbeschleunigung nach unten. D) zeigt das Geschwindigkeitsprofil!

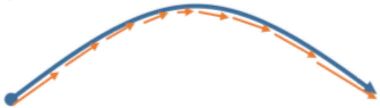
Frage 1

Ich werfe einen Stein in den See. Welche Skizze zeigt die Beschleunigung des Steines über die Flugbahn hinweg?

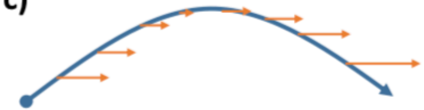
a)



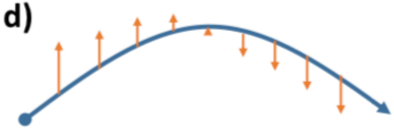
b)



c)

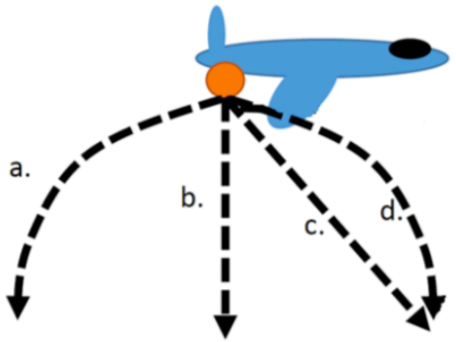


d)



Frage 6

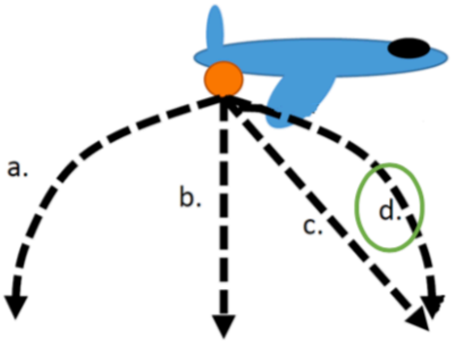
Eine Bowlingkugel fällt aus dem Frachtraum eines Flugzeuges. Vom Boden aus gesehen, wie sieht die Flugbahn der Kugel aus?



ENGAGING PHYSICS TUTORING EPT

Frage 6

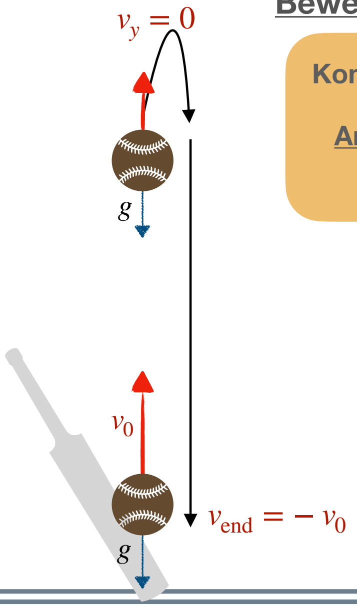
Eine Bowlingkugel fällt aus dem Frachtraum eines Flugzeuges. Vom Boden aus gesehen, wie sieht die Flugbahn der Kugel aus?



Die Situation is analog zum waagerechten Wurf. Die Kugel muss also parabelförmig fallen. Die initiale Horizontalgeschwindigkeit der Kugel ist gleich der des Flugzeugs → d

Senkrechter Wurf

Objekt wird mit Anfangsgeschwindigkeit senkrecht nach oben geschossen. Konstante Beschleunigung bremst bis zum Scheitelpunkt, dann fällt das Objekt.



Bewegung ist rein vertikal - betrachte in 1D

Konstante Beschleunigung: $a_y = -g = const.$

Anfangsbedingungen: $y(0) = y_0$ $\quad v(t) = v_0$

Wie hoch und wie schnell startet das Objekt?

Zweifache Integration liefert v(t) und y(t)

$$v_y(t) = v_0 - gt \quad \curvearrowright \quad y(t) = y_0 + v_0\, t - \frac{1}{2} g t^2$$

$\Rightarrow$ **Dann: Löse nach gesuchtem Parameter auf!**

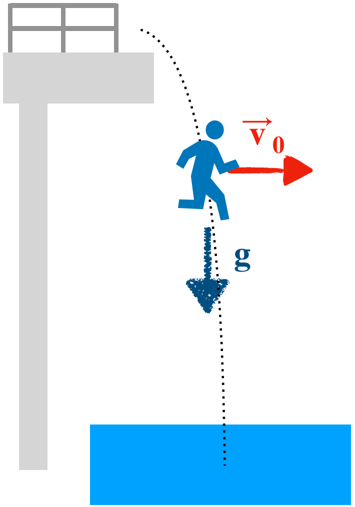
Spezialfall freier Fall:

$v_0 = 0 \quad y_0 = h$

$$y(t) = h - \frac{1}{2} g t^2$$

Waagerechter Wurf

Konstante Geschwindigkeit in horizontaler Richtung.
Freier Fall in der Vertikalen.



Objekt wird konstant nach unten beschleunigt

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix} = -g\,\hat{e}_y$$

Anfangsbedingungen:

$$\vec{v}_0 = \begin{pmatrix} v_0 \\ 0 \end{pmatrix} = v_0\,\hat{e}_x \qquad \vec{r}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ y_0 \end{pmatrix} = y_0\,\hat{e}_y$$

Wo ist das Objekt am Anfang mit welcher Geschwindigkeit?

Integration - *Tipp: behandle Komponenten getrennt*

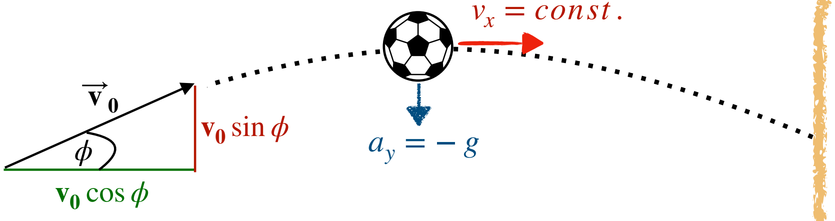
$$v_x(t) = v_0 \qquad v_y(t) = -gt$$

$$x(t) = v_x\,t \qquad y(t) = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

Verbunden via t

Schräger Wurf

Konstante Geschwindigkeit in horizontaler Richtung.
Senkrechter Wurf in der Vertikalen.



Beschleunigung konstant

$$\vec{a} = -g\ \hat{e}_y$$

<u>Anfangsbedingungen:</u>

$$\vec{r}_0 = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} \qquad \vec{v}_0 = v_0 \cdot \begin{pmatrix} \cos\phi \\ \sin\phi \end{pmatrix}$$

<u>horizontal:</u> gleichförmige Bewegung

$$v_x(t) = v_0 \cos\phi$$

$$x(t) = x_0 + v_0\ t \cos\phi$$

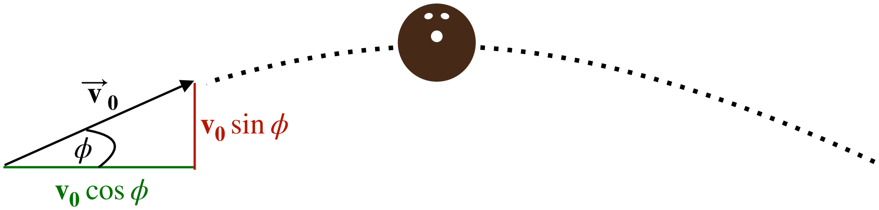
<u>vertikal:</u> senkrechter Wurf

$$v_y(t) = v_0 \sin\phi - gt$$

$$y(t) = y_0 + v_0\ t \sin\phi - \frac{1}{2} g t^2$$

Verbunden via t und v_0

Bowling

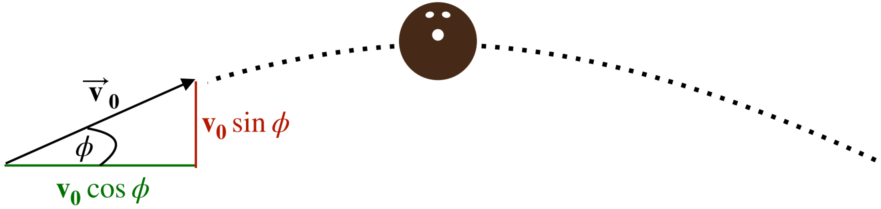


Ein Bowling-Spieler wirft die Kugel mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 10 m/s.

Wie weit fliegt die Kugel wenn der Abwurfwinkel $\phi = 45^o$ beträgt?

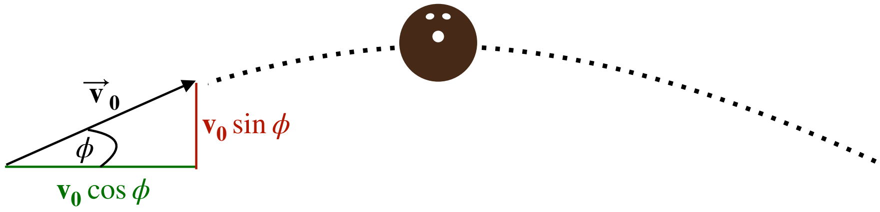
Annahme: Die Kugel wird direkt über dem Boden losgelassen

Bowling - Lösung



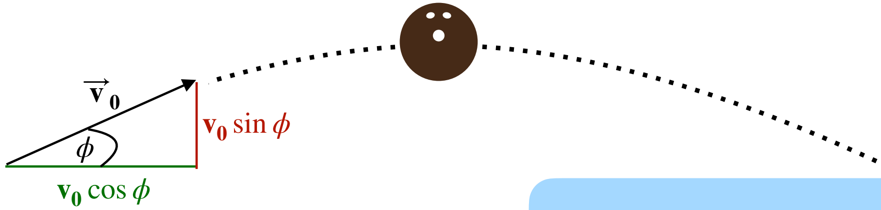
	Horizontale Bewegung	Vertikaler Wurf
Anfangsbedingungen:	$x_0 = ??$ $v_x = ??$	$y_0 = ??$ $v_y = ??$
Konstante Beschleunigung:	$a_x = ??$	$a_y = ??$
Zweifache Integration:	$x\,(t) = ??$	$y\,(t) = ??$

Bowling - Lösung



	Horizontale Bewegung	Vertikaler Wurf
Anfangsbedingungen:	$x_0 = 0$ $v_x = v_0 \cos \phi = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$	$y_0 = 0$ $v_y = v_0 \sin \phi = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$
Konstante Beschleunigung:	$a_x = 0$	$a_y = -g$
Zweifache Integration:	$x(t) = v_0 \cos \phi \cdot t$	$y(t) = v_0 \sin \phi \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$

Bowling - Lösung



$$x\,(t) = v_0 \cos\phi \cdot t \qquad y\,(t) = v_0 \sin\phi \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

Erhalte Ende des Wurfes aus y-Komponente:

$$y(t_{end}) = 0 \longrightarrow v_0 \sin\phi \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = 0 \longrightarrow \begin{cases} t_0 = 0 \\ t_{end} = 2\dfrac{v_0}{g} \sin\phi \end{cases}$$

Erhalte Wurfweite durch Einsetzen in x(t)

$$x_{max} = v_0 \cos\phi \cdot t_{end} = 2\frac{v_o^2}{g} \sin\phi \cos\phi = \frac{v_0^2}{g} = 10 \text{ m}$$

Warm - up Clicker

Ein Raumschiff umkreist die Erde auf einer Kreisbahn mit festem Radius.
Welche Aussagen sind richtig? (kein Luftwiderstand)

A) Um auf der Bahn zu bleiben, muss das Raumschiff ständig Vorschub leisten.

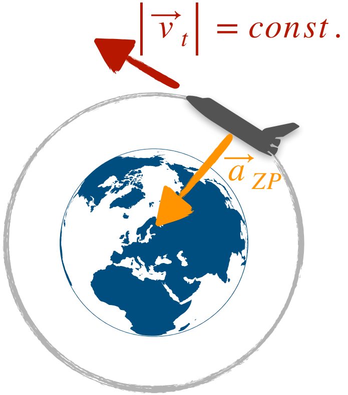
B) Das Raumschiff wird nur durch die Zentripetalbeschleunigung auf seiner Bahn gehalten.

C) Um die zurückgelegte Strecke zu berechnen, muss man $\Delta s = \int_0^t v(t')\,\mathrm{d}t'$ **lösen.**

Der Spezialfall $\Delta s = v \cdot t$ **gilt hier nicht.**

D) Die Winkelgeschwindigkeit hat die Einheit Hz und sagt aus, wie oft das Raumschiff pro Sekunde die Erde umkreist.

Warm - up Clicker



Ein Raumschiff umkreist die Erde auf einer Kreisbahn mit festem Radius.
Welche Aussagen sind richtig? (kein Luftwiderstand)

A) Um auf der Bahn zu bleiben, muss das Raumschiff ständig Vorschub leisten.

Das Raumschiff wird nur durch die Zentripetalbeschleunigung auf seiner Bahn gehalten.

Spezialfall geht, weil
$\left|v_t\right| = const.$

C) Um die zurückgelegte Strecke zu berechnen, muss man $\Delta s = \int_0^t v(t')\,\mathrm{d}t'$ **lösen.**

Der Spezialfall $\Delta s = v \cdot t$ **gilt hier nicht.**

$[\omega] = \frac{rad}{s}$
Aussage: Wieviel Winkel wird pro Sekunde überstrichen?

D) Die Winkelgeschwindigkeit hat die Einheit Hz und sagt aus, wie oft das Raumschiff pro Sekunde die Erde umkreist.