1.3. Ein Astronaut (m_A = 75 kg) besucht den neuen Planeten. Eine mitgebrachte Waage zeigt auf dem Äquator des Planeten eine andere Gewichtskraft an als auf dem Pol.
Erläutern Sie dieses Phänomen und berechnen Sie die Anzeige der Waage an beiden Orten.

1.4. Erde und Quaoar umrunden beide die Sonne. Die Erde braucht für eine Umrundung nur 365,25 Tage, der neue Planet wesentlich länger.
Bestimmen Sie mit Hilfe der Daten von Quaoar und Erde den Abstand von Quaoar zur Sonne und die Masse der Sonne. *(Falls Sie kein Ergebnis für den Abstand Quaoar-Sonne finden, rechnen Sie mit dem Wert $r=6{,}5\cdot10^{12}\,m$ weiter.)*

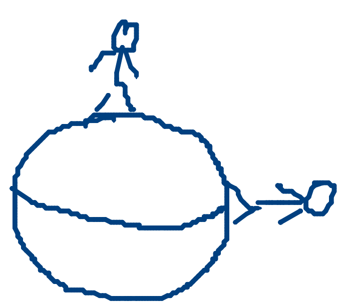
Neuer Planet jenseits des Pluto entdeckt

Quaoar - Illustration
P.M.-Magazin

Die Astronomen Michael Brown und Chadwick Trujillo vom California Institute of Technology (Pasadena, USA) entdeckten das lichtschwache Gebilde erst mit dem Teleskop auf dem Mount Palomar. Später nutzten sie die "Advanced Camera for Surveys" des Hubble-Weltraum-Teleskops, das den Durchmesser des Objekts bestimmen konnte. Das Objekt mit dem offiziellen Namen "2002 LM60" hat einen Durchmesser von 1300 km (mehr als die Hälfte des Pluto-Durchmessers). Seine Umlaufbahn ist fast exakt kreisförmig (im Gegensatz zu der extrem exzentrischen Bahn von Pluto), und der Planet umrundet die Sonne in 288 Jahren (Pluto: 248 Jahre). Er dreht sich um sich selbst in 6 Stunden. Es ist noch unbekannt, aus welchem Material der neue Planet besteht, es wird jedoch vermutet, dass er eine Masse von etwa $2{,}5\cdot10^{22}$ kg besitzt.
Mit Quaoar wurde zum ersten Mal seit der Entdeckung Plutos im Jahre 1930 ein Himmelskörper mit vergleichbarer Größe gefunden - ein zehnter Planet.
Das Bild zeigt eine Illustration; im Foto ist Quaoar ein strukturloser Lichtpunkt.

P.M.-Magazin 2002

$F_w = F_G = 296\,N$



1.3. $F_w = F_G - F_z$
$= 292\,N$

$F_G = \gamma \cdot \frac{m M}{r^2} = 296\,N$

$F_z = m\,\omega^2 r = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r$
$= 4{,}125\,N$

1.4. $\frac{T_Q^2}{T_E^2} = \frac{a_Q^3}{a_E^3} \Rightarrow a_Q = \sqrt[3]{\frac{T_Q^2}{T_E^2} \cdot a_E^3} \approx \sqrt[3]{\frac{288^2}{1^2} \cdot (150\cdot10^6\,km)^3} = 6{,}54\cdot10^9\,km$

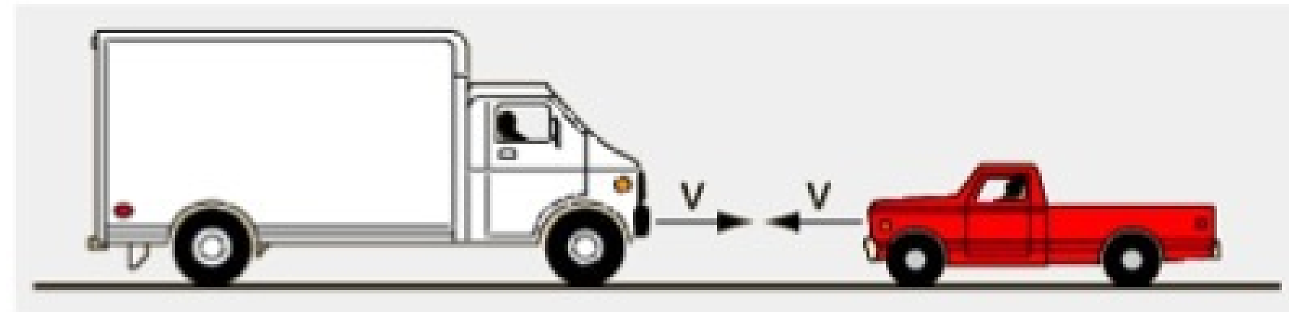
$F_G = F_z \Leftrightarrow \gamma \cdot \frac{m_Q M_S}{r^2} = m_Q\,\omega^2 \cdot r \Rightarrow M_S = \frac{\omega^2 r^3}{\gamma} = 2\cdot10^{30}\,kg$

1.5. Neuere Untersuchungen aus dem Jahr 2003 stellen die Hypothese auf, der Planet sei größtenteils hohl und habe nur eine Masse von etwa $1{,}0\cdot10^{16}\,kg$.
Angenommen, diese Theorie wäre richtig: Schätzen Sie ab, ob es dann möglich wäre, dass unser Astronaut aus eigener Kraft das Gravitationsfeld des Planeten verlassen kann.

$F_G = \gamma \cdot \ldots = 0{,}12\,mN$

Impulserhaltungssatz

2.1. Zwei Lastwagen, ein schwerer mit der Masse M und ein leichter mit der Masse m, fahren mit gleichem Geschwindigkeitsbetrag aufeinander zu. Begründen Sie mit präzisen physikalischen Überlegungen, in welchem der beiden Fahrzeuge Sie auf keinen Fall sitzen wollten.



(Tipp: $F = m\cdot a$ ist ein Spezialfall von $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$; Δp und damit F ist die über die „Schwere des Unfalls" entscheidende Größe.)

2.2. Ein Güterwaggon der Masse $m_1 = 25t$ rollt ein 50 m langes, unter 2° gegen die Horizontale geneigtes Gleis hinab und stößt dann auf einen dort abgestellten, ruhenden Güterwaggon der Masse $m_2 = 18t$. Beim Anstoßen kuppeln beide Wagen zusammen und bilden eine Einheit.

a) Mit welcher Geschwindigkeit stößt der erste Waggon an den zweiten?

b) Mit welcher Geschwindigkeit rollen beide Waggons weiter?

2.3. Ein Meteor der Masse 2000 t trifft mit der Geschwindigkeit v = 500 km/s auf die Oberfläche des (ruhenden) Mondes. Die Mondmasse kann mit etwa 73 Trilliarden Tonnen angenommen werden. Berechnen Sie den beim Aufprall frei werdenden Energieverlust in Gigajoule (GJ).

2.1. $M\cdot v - m\cdot v = (M+m)v' \iff v' = \frac{M-m}{M+m}\cdot v$

$\left.\begin{array}{l}\Delta v_s = v' - v\\ \Delta v_L = v' + v\end{array}\right\}(*)$ $\qquad v + \Delta v = v'$; $\quad -v + \Delta v = v'$

$F_{Person} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = m_{Person}\cdot\frac{\Delta v}{\Delta t}$ ⇒ Je größer Δv, desto größer F auf Person

$\Delta v_L > \Delta v_s$ (aus (*)) ⇒ F auf Person im leichten Auto ist größer

2.2.
2.3. } siehe Musterlsg. HA

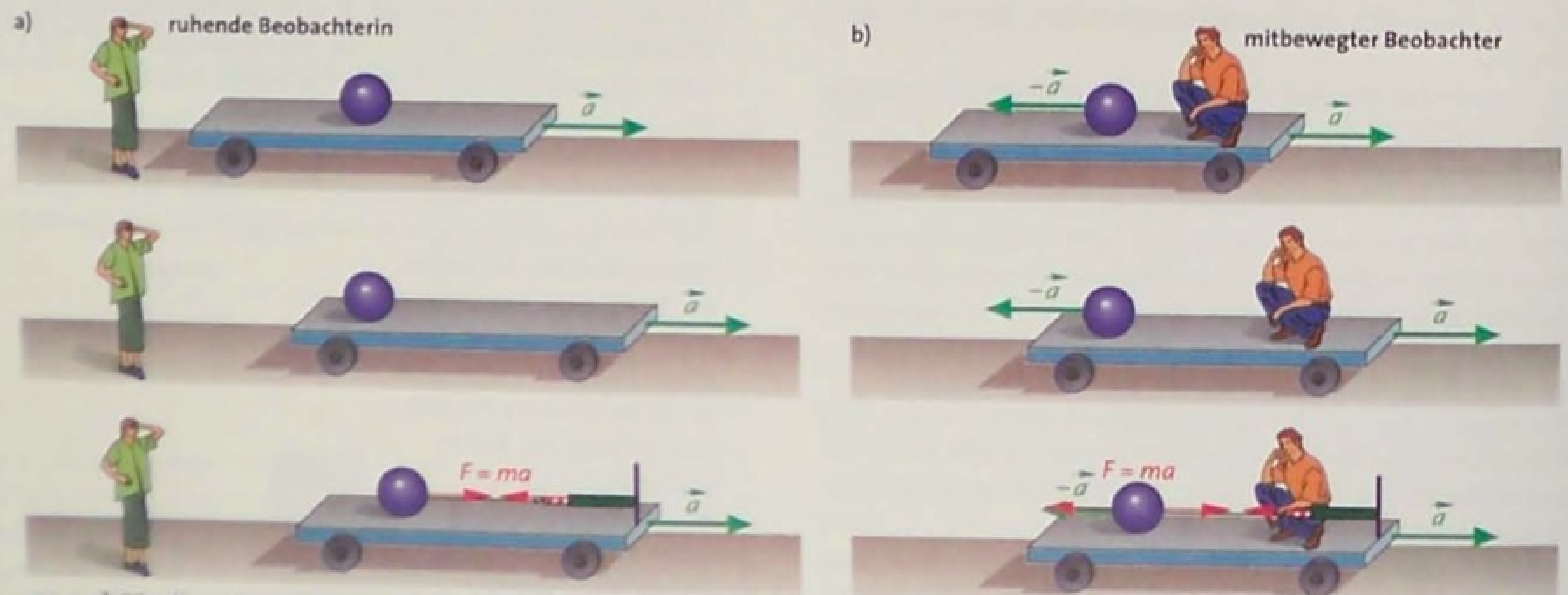
$M\cdot 0 + m\cdot v = (M+m)\cdot v' \Rightarrow v' = \underbrace{\frac{m}{M+m}}_{\approx 0}\cdot v$

Scheinkräfte u. Inertialsysteme

S. 56f lesen
Aufg. S.58/ 1, 4 a,b

Alle Versuche zeigen, dass in einem (nicht beschleunigten) Inertialsystem die Vorgänge so ablaufen, wie sie nach den Newton'schen Axiomen erwartet werden.

Soll im beschleunigten Bezugssystem ebenfalls das 1. Newton'sche Axiom gelten, so müssen zusätzlich Scheinkräfte oder Trägheits-kräfte eingeführt werden.



54.1 a) Für die ruhende Beobachterin im Inertialsystem bleibt die Kugel in Ruhe; auf die Kugel wirkt keine Kraft. b) Für den Beobachter im beschleunigten Bezugssystem wird die Kugel beschleunigt; er schließt auf die Existenz einer Kraft. Da im beschleunigten Bezugssystem die Kugel relativ zu ihm in Ruhe bleibt, wenn sie durch den Federkraftmesser mit dem Wagen verbunden ist, schließt er auf die Existenz einer entgegengesetzt gerichteten Kraft.

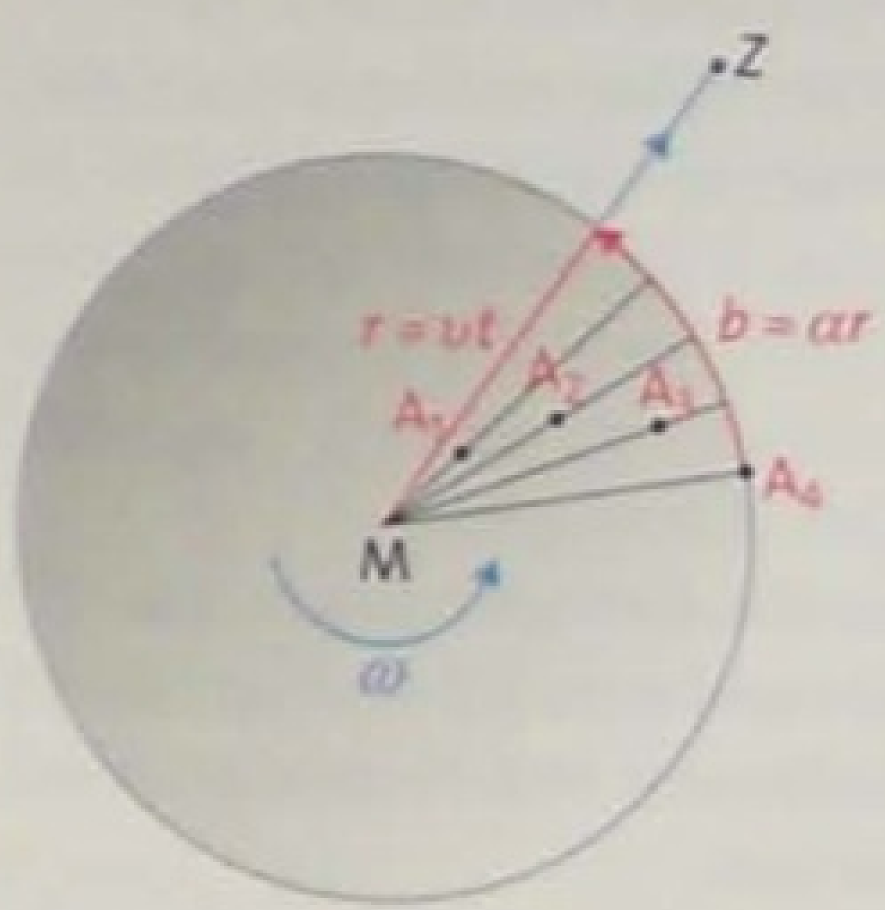
1 Ein Fahrzeug durchfährt eine Kurve mit der konstanten Geschwindigkeit $v = 90\,\text{km/h}$. Ein Kraftmesser, an dem eine Kugel ($m = 500\,\text{g}$) hängt, zeigt während der Kurvenfahrt die Kraft $F = 6{,}0\,\text{N}$ an.
Beschreiben Sie den Vorgang von beiden Bezugssystemen aus und berechnen Sie den Kurvenradius.

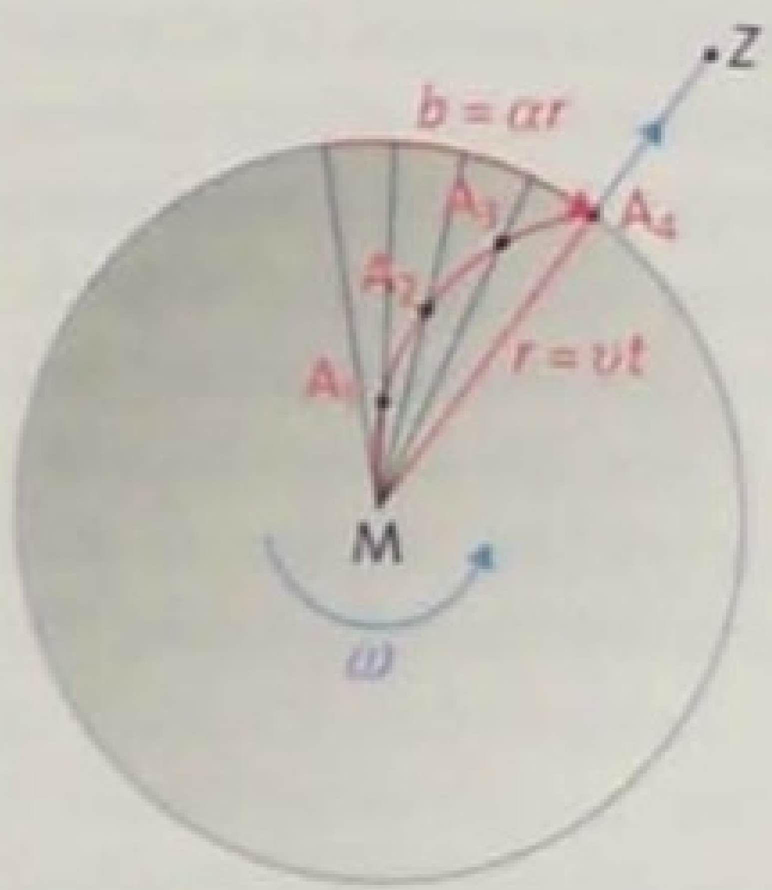
4 In einem Fahrstuhl steht ein Mann auf einer Personen-(Feder-)waage. Sie zeigt beim Anfahren des Fahrstuhls $F = 950\,\text{N}$, beim Halten $F = 880\,\text{N}$ an.

a) In welcher Richtung fährt der Fahrstuhl an?

b) Berechnen Sie die Beschleunigung.

Die **Corioliskraft** bewirkt bei Bewegungen im beschleunigten Bezugssystem eine Ablenkung senkrecht zur Richtung der Geschwindigkeit. Das Zustandekommen dieser Ablenkung zeigt die folgende Abbildung.





Bewegt sich ein Körper in einem ruhenden Bezugssystem I geradlinig mit der Geschwindigkeit v vom Punkt M zu einem festen Punkt Z, so hat er nach der Zeit t die Strecke $r = v\,t$ zurückgelegt. Während dieser Zeit dreht sich das Bezugssystem II mit der Winkelgeschwindigkeit um den Winkel $\alpha = \omega\,t$, und der Punkt A_4 des Bezugssystems II liegt auf der Linie MZ. Relativ zum rotierenden Bezugssystem II hat der Körper also zusätzlich den Bogen $b = r\alpha = v\,t\,\omega\,t = v\,\omega\,t^2$ zurückgelegt. Wird diese Bewegung als eine gleichmäßig beschleunigte mit der Gleichung $b = \frac{1}{2} a_C t^2$ gedeutet, so ergibt der Vergleich die Coriolisbeschleunigung $a_C = 2\,v\,\omega$. Die Corioliskraft auf einen Körper der Masse m ist dann $F_C = 2\,m\,v\,\omega$.

Lies die Herleitung für die Corioliskraft aufmerksam und versuche sie selbständig nachzuvollziehen.

("Selbständig" bedeutet:
Monitor aus, Zettel & Stift)