

Newton #2

in bewegten Bezugssystemen

Im Inertialsystem:

$$\boxed{\vec{F} = m \vec{a}}$$

Im bewegten Bezugssystem:

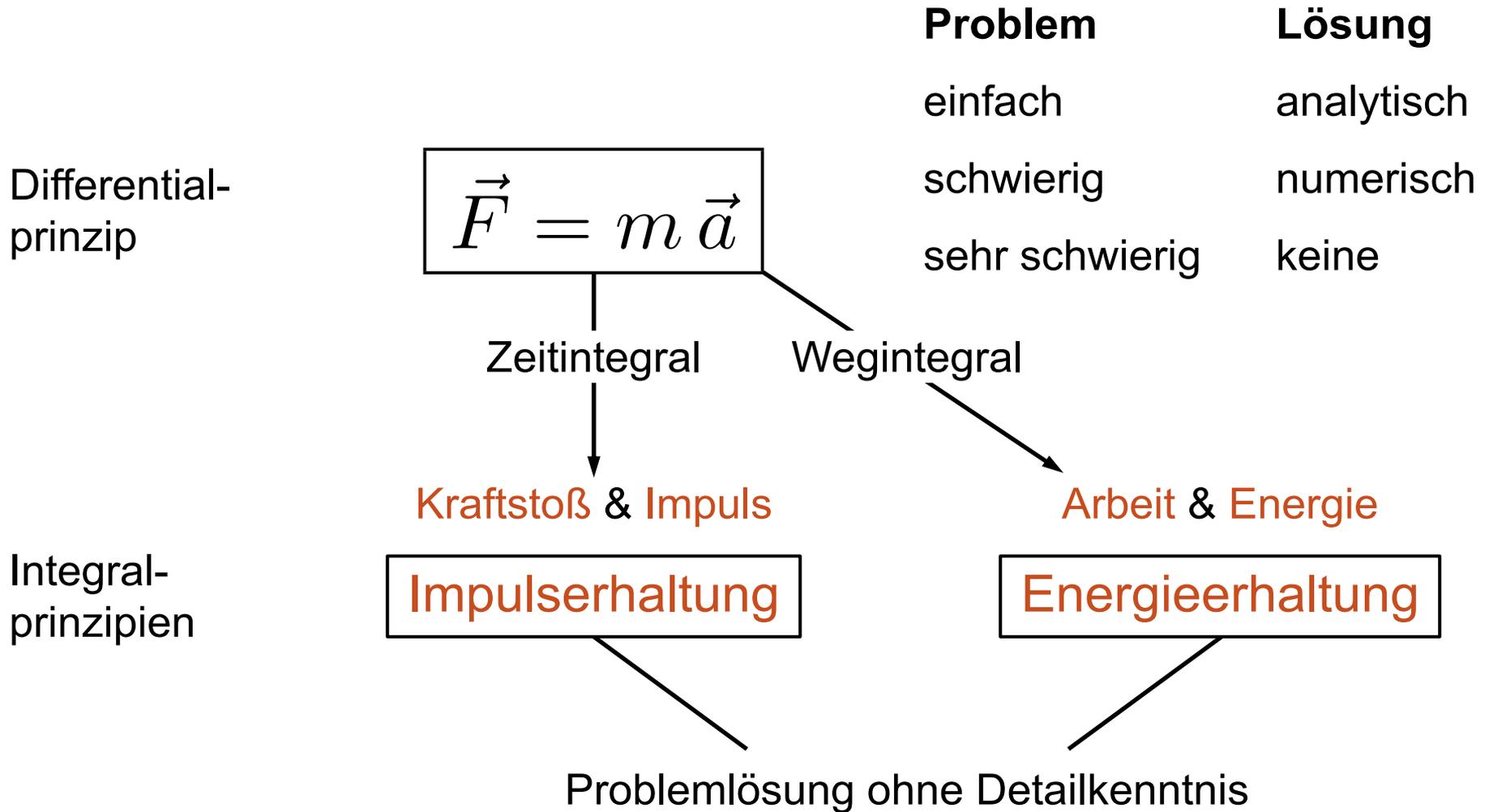
$$\vec{F}' = \begin{cases} \vec{F} & \vec{v}_{S'} = \text{konst.} \\ \vec{F} + \underbrace{(-m \vec{a}_{S'})}_{\text{Trägheitskraft}} & \vec{a}_{S'} = \text{konst.} \\ \vec{F} + \underbrace{m \omega_{S'}^2 \vec{r}_{\perp}}_{\text{Zentrifugalkraft}} + \underbrace{2 m \vec{v}' \times \vec{\omega}_{S'}}_{\text{Corioliskraft}} & \vec{\omega}_{S'} = \text{konst.} \end{cases}$$

gleichförmig geradlinig

gleichmäßig beschleunigt

gleichförmig kreisförmig

Newton #2: oberstes Prinzip, aber manchmal zu schwierig



Kraftstoß



$$m = 0.058 \text{ kg}$$

$$v \approx 200 \text{ km/h} = 55.6 \text{ m/s}$$

$$\Delta t \approx 0.003 \text{ s}$$

$$\curvearrow \langle F \rangle = \frac{m v}{\Delta t} \approx 1075 \text{ N}$$

Quizfrage 1

Ein ruhender Minigolfball ($m = 0.1 \text{ kg}$) erfährt einen dreiecksförmigen Kraftstoß ($F_{\text{max}} = 200 \text{ N}$, $\Delta t = 8 \text{ ms}$). Wie schnell ist der Ball nach dem Stoß?

- A. 16 m/s
- B. 1.6 m/s
- C. 0.8 m/s
- D. 8 m/s

Quizfrage 2

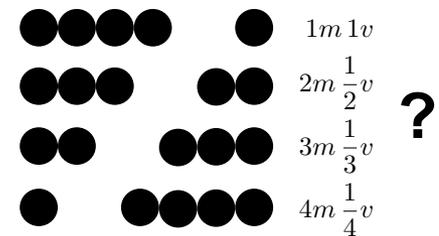
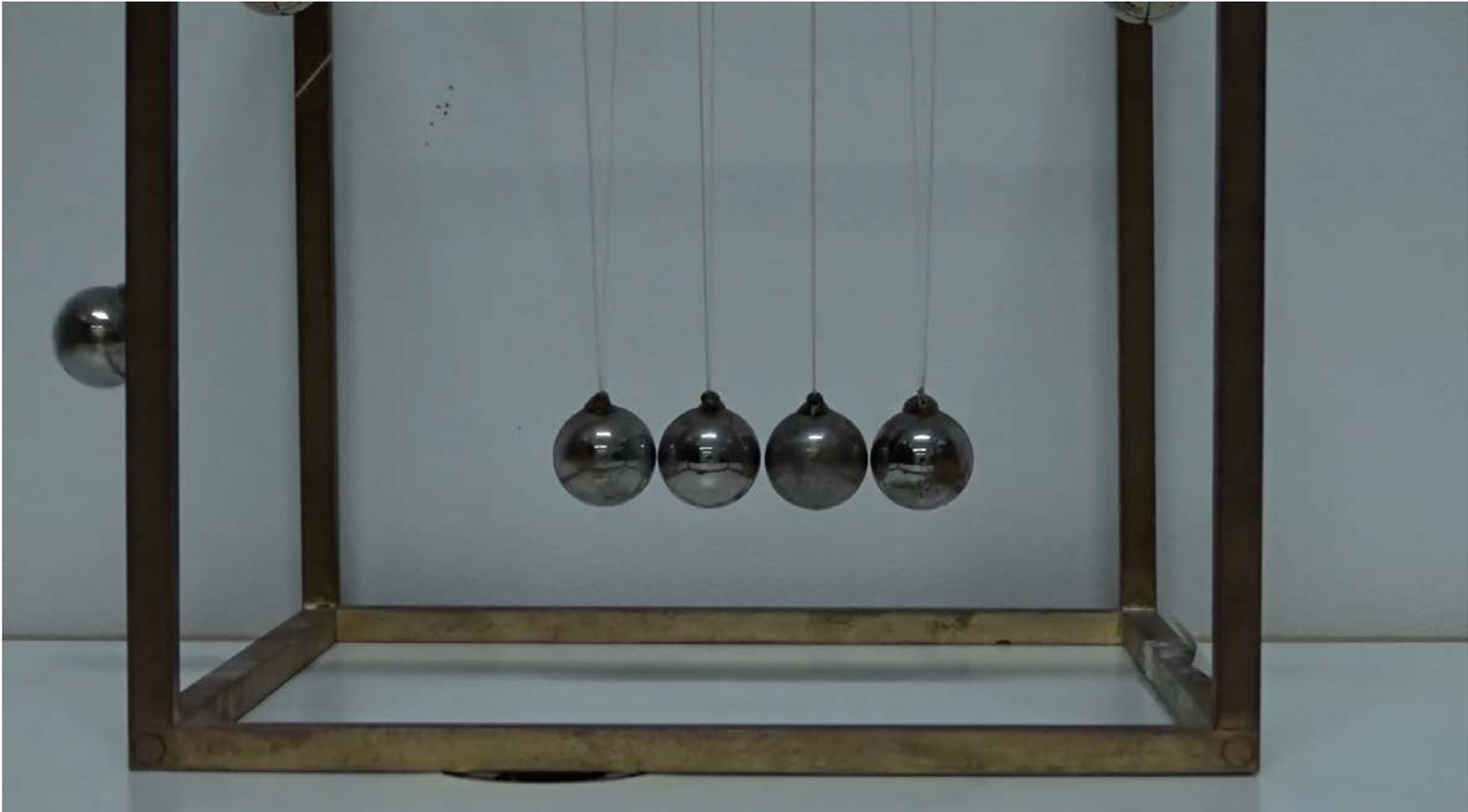
Sie stehen am 11-m-Punkt und wollen einen Fußball, der von links parallel zur Torlinie auf Sie zufliegt, ins Tor köpfen. In welche Richtung müssen Sie zielen?

- A. Mitte des Tores
- B. Links daneben
- C. Rechts daneben

Impulserhaltung



Reine Impulserhaltung?



Quizfrage 3

Ein Geschoss ($m_{Gs} = 10 \text{ g}$) verlässt ein Gewehr ($m_{Gw} = 9 \text{ kg}$) mit einer Geschwindigkeit von 900 m/s . Wie groß ist die Rückstoß-Geschwindigkeit?

- A. -1 cm/s
- B. -10 cm/s
- C. -1 m/s
- D. -10 m/s

Quizfrage 4

Ein Körper zerspringt auf einer reibungsfreien Fläche in 3 massegleiche Teile A, B, C. Für A und B gilt: $v_x(A) < 0$, $v_y(B) < 0$, $v_y(A) = v_x(B) = 0$. Was gilt für C?

A. $v_x(C) < 0$, $v_y(C) < 0$ [- -]

B. $v_x(C) > 0$, $v_y(C) < 0$ [+ -]

C. $v_x(C) < 0$, $v_y(C) > 0$ [- +]

D. $v_x(C) > 0$, $v_y(C) > 0$ [+ +]

Massenmittelpunkt?



Quizfrage 5

Der Mittelpunktabstand von Erde und Mond beträgt $3.84 \cdot 10^5$ km, ihr Massenverhältnis ist 81:1. Wo liegt der Schwerpunkt bzgl. Erdradius (6370 km)?

- A. Außerhalb des Erdradius
- B. Ungefähr auf der Erdoberfläche
- C. Innerhalb des Erdradius

Quizfrage 6

Beim Ritt auf der Kanonenkugel ($m_K = 16 \text{ kg}$) fällt Münchhausen ($m_M = 75 \text{ kg}$) plötzlich von der Kugel. Wie bewegt sich der Massenmittelpunkt weiter?

- A. Folgt der ursprünglichen Wurfparabel
- B. Wird in Richtung Münchhausen abgelenkt
- C. Wird in Richtung Kanonenkugel abgelenkt

Saturn V

Tab. 2.4 Daten der Mondrakete Saturn V mit dem Treibsatz der ersten Stufe

Startmasse m_0	$2,9 \cdot 10^6$ kg
Leermasse m_{leer}	$0,82 \cdot 10^6$ kg
Brennschlusszeit t_B	160 s
Relativgeschwindigkeit v_{rel}	$2,6 \cdot 10^3$ m s ⁻¹
Massenstrom \dot{m}	$1,3 \cdot 10^4$ kg s ⁻¹
Schub F_{schub}	$3,4 \cdot 10^7$ N

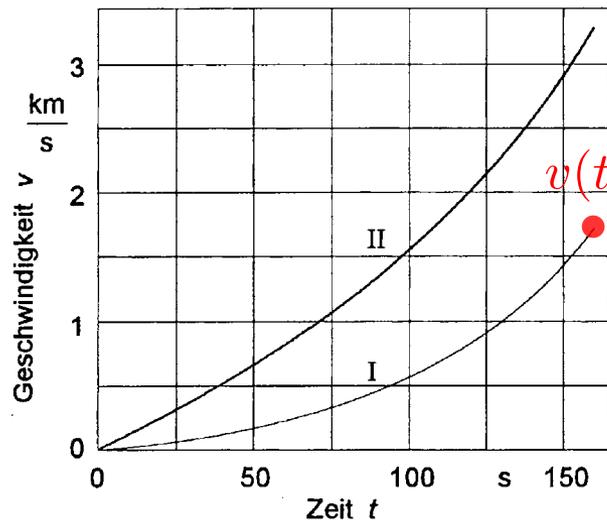
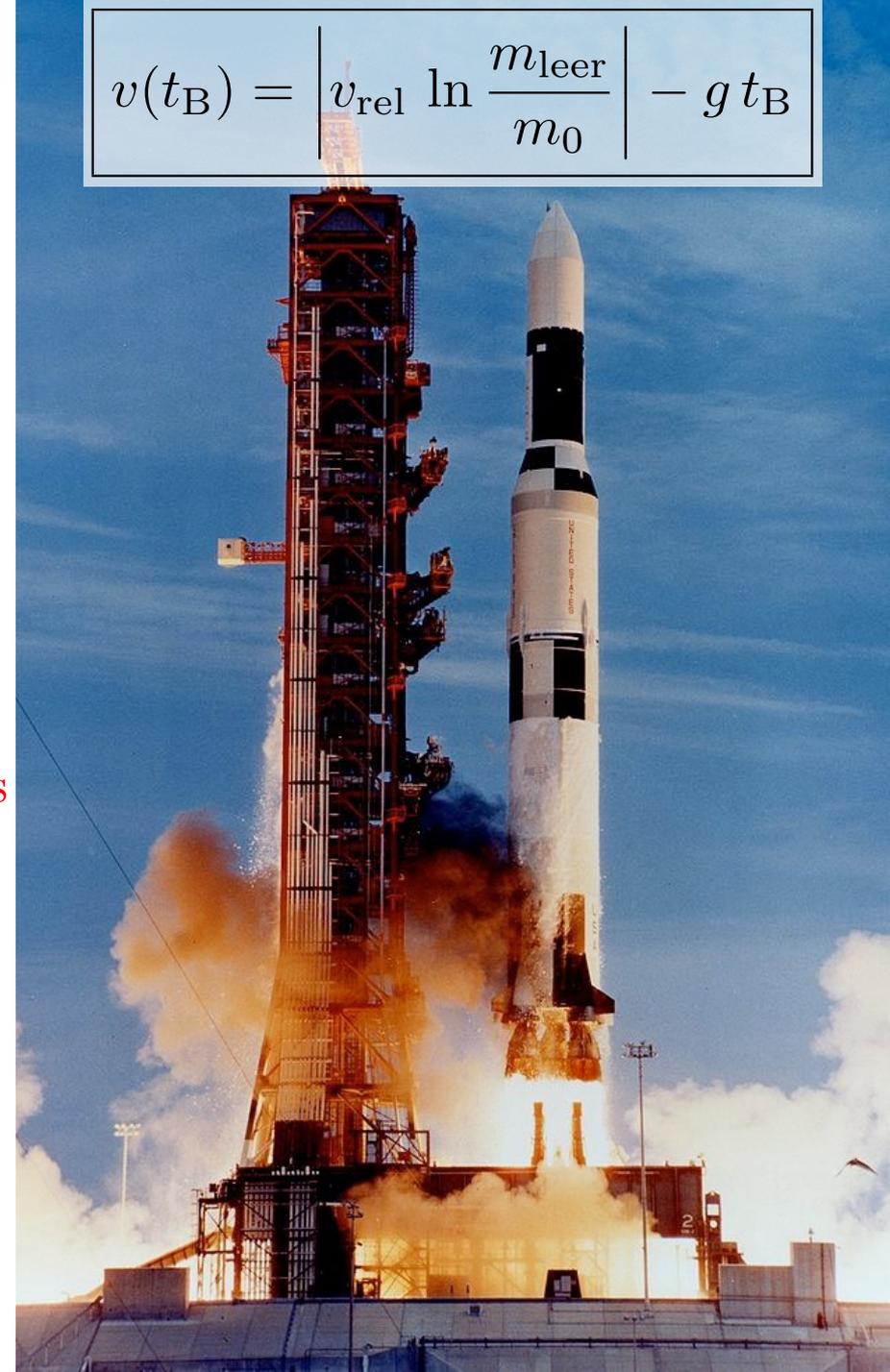


Abb. 2.30 Geschwindigkeit der Saturn-V-Rakete (1. Stufe) bei senkrechtem Start auf der Erde mit näherungsweise konstantem Schwerfeld (I) und Zündung im Weltraum ohne Einwirkung äußerer Kräfte (II)

$$v(t_B) = \left| v_{\text{rel}} \ln \frac{m_{\text{leer}}}{m_0} \right| - g t_B$$



Quizfrage 7

Reicht eine Endgeschwindigkeit von 1.7 km/s aus, um der Erdanziehung zu entkommen?

A. Ja

B. Nein

Quizfrage 8

Wann ist die Beschleunigung einer Rakete am größten?

- A. Kurz nach dem Start
- B. Gegen Ende der Brennphase

Quizfrage 9

Kann eine Rakete schneller werden als die Relativgeschwindigkeit der ausgestoßenen Verbrennungsgase?

A. Ja

B. Nein

Quizfrage 10

Eine Ballmaschine ($m_{\text{leer}} = 20 \text{ kg}$) auf reibungsfreiem Boden verschießt 345 58-g-Tennisbälle mit $v_{\text{rel}} = 100 \text{ km/h}$. Wie hoch ist ihre Endgeschwindigkeit?

- A. 10 km/h
- B. 40 km/h
- C. 70 km/h
- D. 140 km/h