

Akademische Aufgaben

Eine Unterrichtsmethode für zukünftige Akademiker
und praktisch denkende Lehrkräfte

Martin Lieberherr

Emmetten, Feb. 2011

Inhalt

Einführung

Beispiele

Schluss

Einleitung

Es gibt eine starke Strömung zu lebensnahen oder realistischen Aufgaben. Leider kann es dann passieren, dass physikalisch wichtige Aspekte aus dem Blickfeld geraten, denn wirklichkeitsnahe Aufgaben benötigen oft einen langen Vorspann.

Was ist eine akademische Aufgabe?

Eine Aufgabe mit einem „weltfremden“ Element, die einen physikalischen Aspekt besonders deutlich herausstellt.

Was darf die akademische Aufgabe keinesfalls?

Zeigen, dass die Lehrkraft zu faul oder dumm ist,
„richtige“ Aufgaben zu stellen.

und nun folgen einige Beispiele ..

Akademische Aufgaben sind lustig.

Froschkönig

Mit welcher Geschwindigkeit muss die Prinzessin den Frosch an die Wand klatschen, damit er sich nach dem Energiesatz in einen Prinzen verwandeln kann? ($m_F = 30..130 \text{ g}$)

$$\gamma m_F c^2 = m_P c^2 \Rightarrow \gamma \approx 1000 \Rightarrow \dots$$

aber jetzt bloss nicht aufhören ..

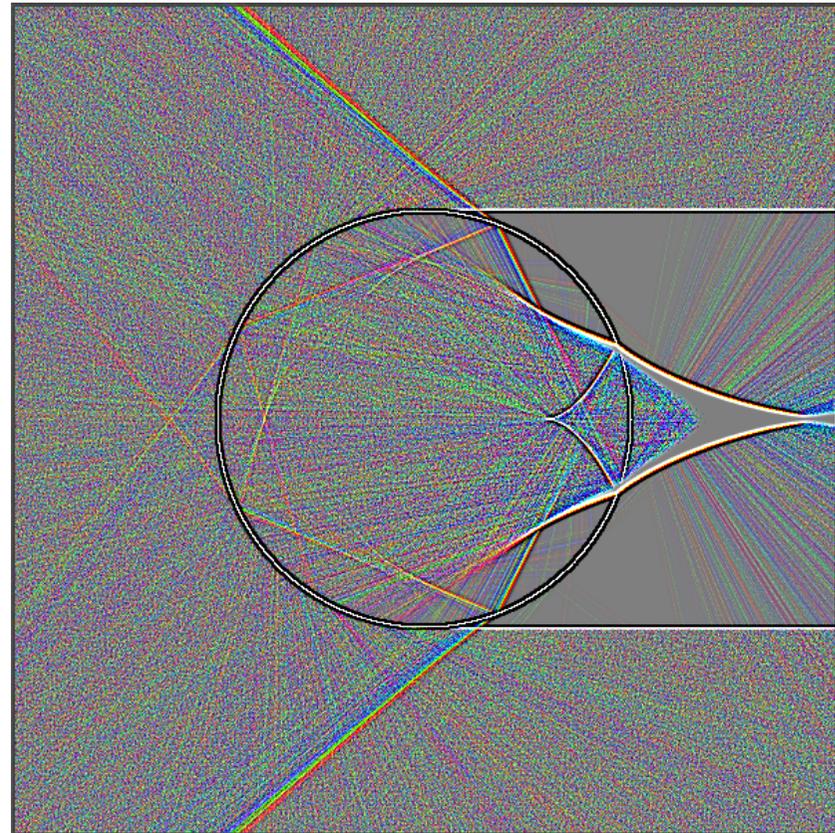
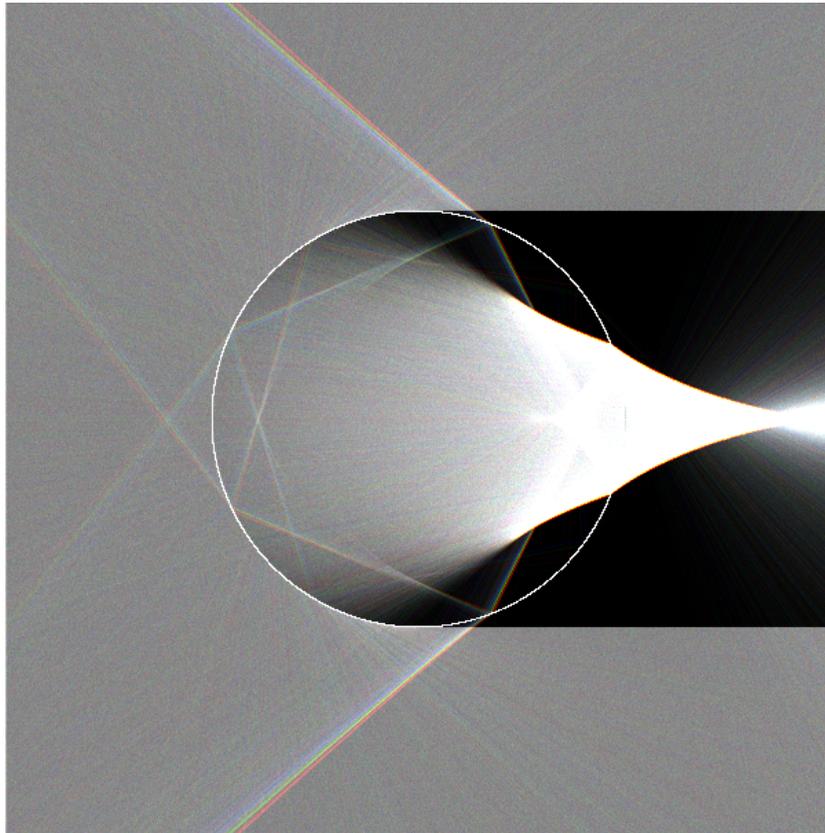
Froschkönig: Diskussion!

- was ist mit dem Impuls-, Baryonen..-Erhaltungssatz?
- Atomkerne umbauen kommt billiger:
8 MeV Bindungsenergie < 1 GeV Ruheenergie
- Wand chemisch umformen kommt noch billiger:
1 eV chem. Bindungsenergie/Atom < 8 MeV/Nukleon
- Neben der Wand warten, bis sie sich in einen Prinz verwandelt ist noch einfacher!

- und ohne, dass sie es gemerkt haben, ist die Repetition einiger zentraler Begriffe der Physik vorüber

Akademische Aufgaben sehen schön aus.

Regenbogenstreuung geometrisch



Miss den Regenbogenwinkel!

Regenbogenstreuung: Diskussion

- eine „künstliche“ geometrische Simulation zeigt das Phänomen überdeutlich (besser als eine echte Messung)
- mathematisch/geometrische Artefakte haben ihren eigenen Reiz

Akademische Aufgaben sind hypernützlich.

Coulombkraft

Wie gross ist die Coulombkraft zwischen je 1 C
in 1 m Abstand?

$$F_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \dots = 8.99 \cdot 10^9 \text{ N}$$

ja und ? ...

Coulombkraft: Diskussion

- Die Kraft ist riesig: die Anordnung ist unmöglich!
- trotzdem: Man lernt viel aus der Aufgabe und soll das auch erwähnen!
- Zahlenwerte sind physikalisch wesentlich.
- 1 C ist eine grosse Ladungsmenge!
- Der Zahlenwert der Kraft beschreibt den Vorfaktor.
- Die Aufgabe wird später nochmals gebraucht:
Warum sind die Summen der ein- und ausfliessenden Ströme in der Knotenregel gleich?

Akademische Aufgaben sind sprachschärfend.

Masse-Energie

Das Urkilogramm (90% Pt, 10% Ir) wird um 1.0 °C erhitzt.

Ist die Massenzunahme grösser als die Masse eines Platinatoms?

$$\Delta m = \frac{\Delta Q}{c^2} \approx \frac{c_{Pt} m \Delta \vartheta}{c^2} = \frac{133 \text{ J/kgK} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 1.0 \text{ }^\circ\text{C}}{1.4924 \cdot 10^{-10} \text{ J/u}} = 8.9 \cdot 10^{11} \text{ u}$$

$$m_a \approx 195 \text{ u} \quad (\text{Platin})$$

Masse-Energie: Diskussion

- $E=mc^2$ hat per se nichts mit Kernenergie oder Antimaterie zu tun!
- Die Masse nimmt zu, aber die Zahl der Atome bleibt gleich:
unterscheide Masse und Materie.
- Masse und innere Energie nehmen beide zu. Energie wird nie in Masse verwandelt, sonst würde das eine zu, das andere abnehmen.
Masse ist keine Energieform, sondern proportional (oder gleich) der gesamten inneren Energie.
- Kann die Masse des Urkilogramms zunehmen?
Ja, aber es bleibt trotzdem per Definition 1 kg.

Akademische Aufgaben sind ökologisch.

Energie und Wärme

Wie viel Wasser kann man mit 1.0 kWh von 0 auf 100 °C erhitzen? Wie hoch kann man dasselbe Wasser mit dieser Energie heben?

$$m = \frac{\Delta Q}{c\Delta\vartheta} \approx \frac{3.6 \cdot 10^6 \text{ J}}{4.2 \cdot 10^3 \text{ J/kgK} \cdot 100 \text{ K}} = 8.6 \text{ kg}$$

$$h = \frac{\Delta E}{mg} \approx \frac{3.6 \cdot 10^6 \text{ J}}{8.57 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2} = 43 \text{ km}$$

Energie und Wärme: Diskussion

- Die Schüler repetieren die Einheit Kilowattstunde.
- Die Aufgabe ist einfach und eignet sich als Einstieg.
- Die Wassermenge ist nützlich als Größenordnung.
- Der Vergleich mit der Hubhöhe zeigt drastisch, wie viel Energie bei einem alltäglichen Vorgang umgesetzt wird.
- Der Vergleich motiviert weitere Ueberschlagsrechnungen.

Akademische Aufgaben sind Fallstricke.

Dopplereffekt

Ein Ballon fährt mit dem Wind (3.4 m/s) auf ein Kurorchester zu das gerade ein a' spielt. Welche Frequenz hört der Fahrer?

Fast alle Schülerinnen und Schüler lösen die Aufgabe falsch, aber die Lehrkraft kann das dem Resultat nicht ansehen.
Die Lehrkraft löst die Aufgabe im Kopf!

Dopplereffekt: Diskussion

$$f_E = f_Q \frac{c + v_E}{c - v_Q} \approx 440 \text{ Hz} \cdot \frac{344 \text{ m/s} + 0 \text{ m/s}}{344 \text{ m/s} - 3.4 \text{ m/s}} = 444 \text{ Hz}$$

- Die Geschwindigkeiten werden relativ zur Luft gemessen! Der Ballon ist in Ruhe rel. zur Luft und das Orchester bewegt sich.
- 3.4 m/s ist ca. 1% der Schallgeschwindigkeit, die Frequenz erhöht sich deshalb um 1%, ob sich nun die Quelle oder der Empfänger bewegt.
- Mit welcher Frequenz sieht der Fahrer den Taktstock schwingen?

Akademische Aufgaben sind technisch relevant.

Elektrische Energieübertragung

1.0 GW elektrische Leistung soll über eine Freileitung mit 1.0 Ω Widerstand transportiert werden. Die Spannung am anderen Ende betrage 230 V. Wie gross ist die Verlustleistung?

$$P_V = RI^2 = R \cdot \left(\frac{P}{U} \right)^2 = 1.0 \, \Omega \cdot \left(\frac{1.0 \cdot 10^9 \, \text{W}}{230 \, \text{V}} \right)^2 = \underline{\underline{19 \, \text{TW}}}$$

Elektrische Energieübertragung: Diskussion

- Die Zahlen sprechen für sich: Das ist unpraktisch!
- Die Schüler erkennen sofort den Nutzen von Transformatoren.
- Was passiert mit der Verlustleistung im Beispiel und in der Realität?
- Ausblick auf das "italienische Blackout".

Schluss

Akademische Aufgaben sind eine wertvolle Unterrichtsmethode, wenn sie bewusst und sorgfältig eingesetzt werden.

Der wichtigste Teil kommt nach der Rechnung:
die Diskussion!