

Ein alternativer Zugang zur Relativitätstheorie

F. Herrmann und M. Pohlig



www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de

pohlig@kit.edu

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

$$\text{Energie} = \text{Masse} \quad E = k \cdot m \quad k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

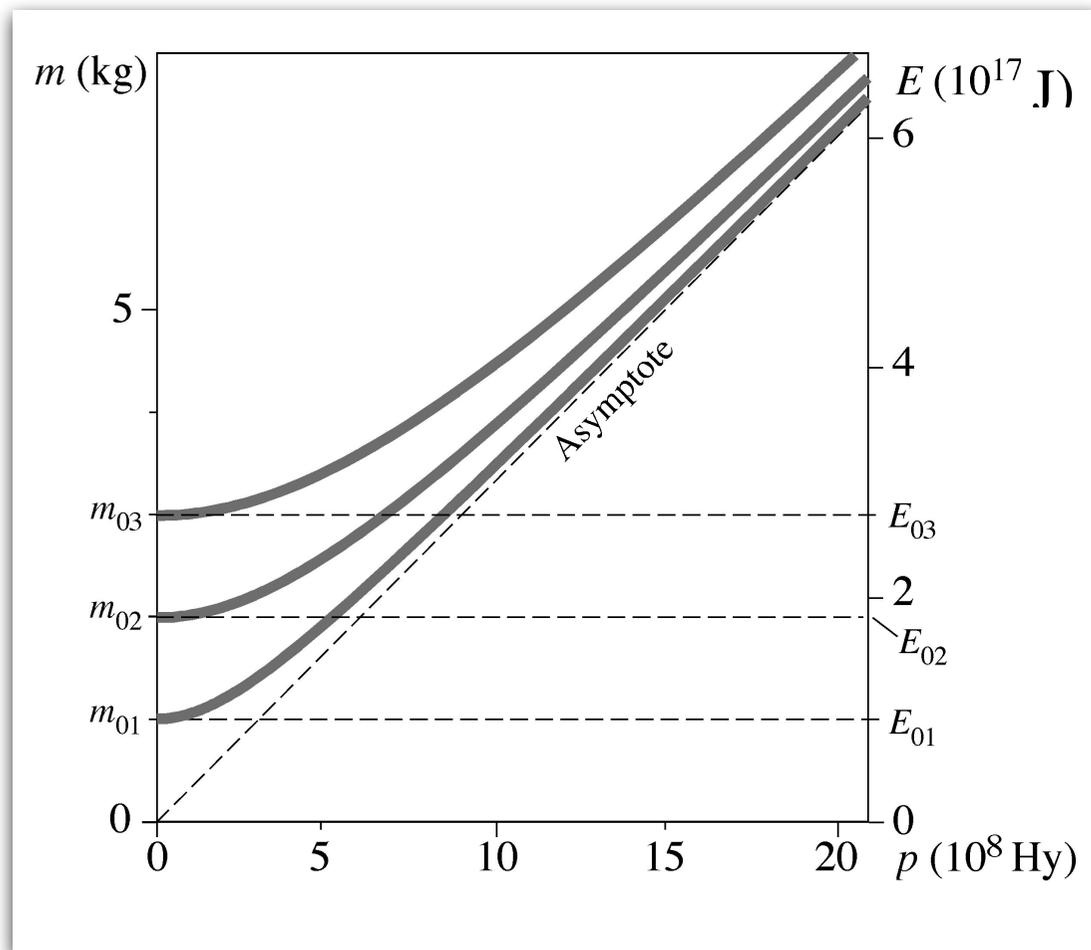
Energie hat Eigenschaften der Masse (ist träge und schwer)

Masse hat Eigenschaften der Energie (kann zum Bewegen und Erwärmen dienen)

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$



$$E^2 = E_0^2 + k \cdot p^2$$

$$E_0^2 = E^2 - k \cdot p^2$$

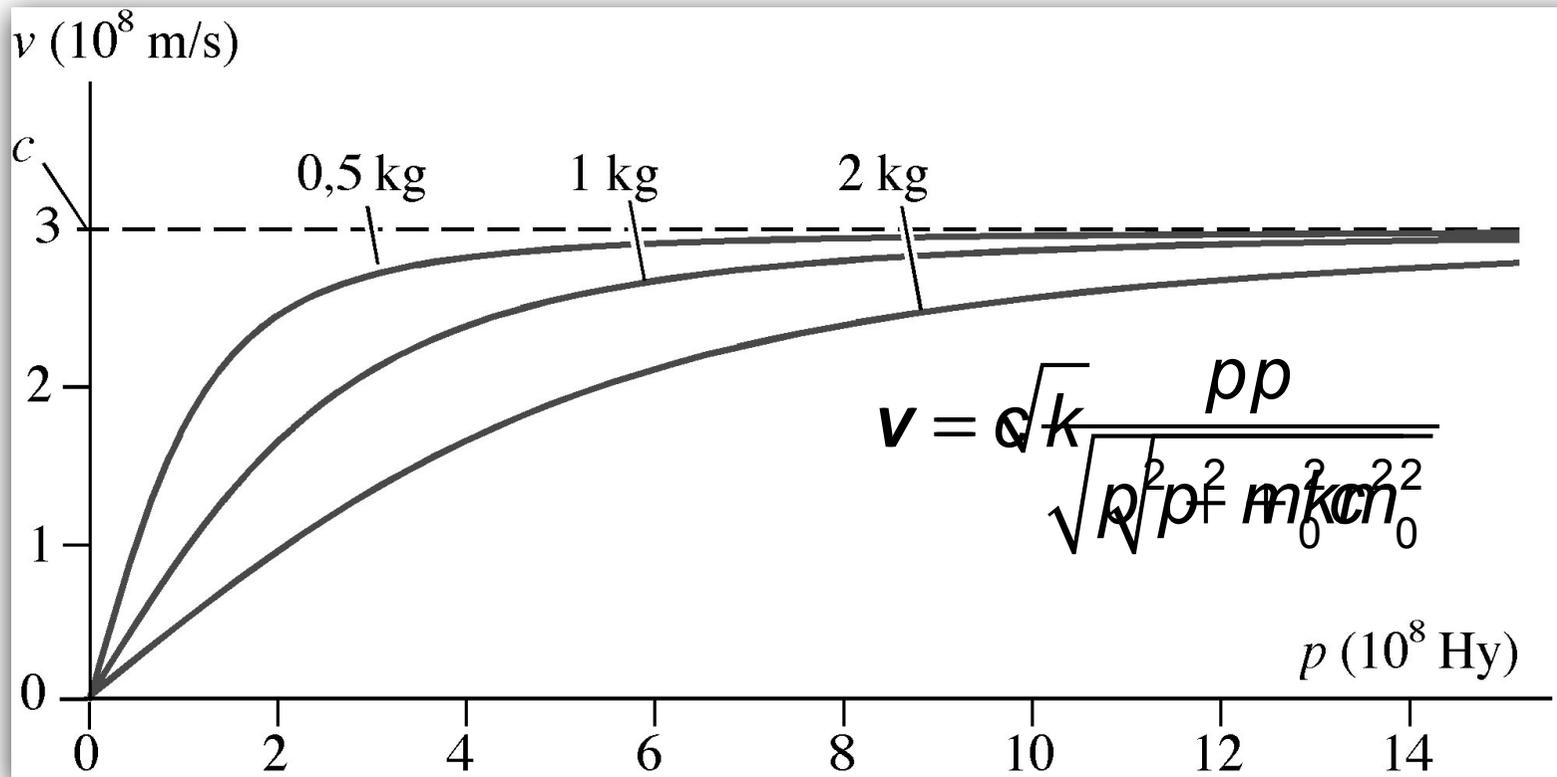
$$E = \sqrt{E_0^2 + k \cdot p^2}$$

$$m = \sqrt{m_0^2 + \frac{p^2}{k}}$$

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

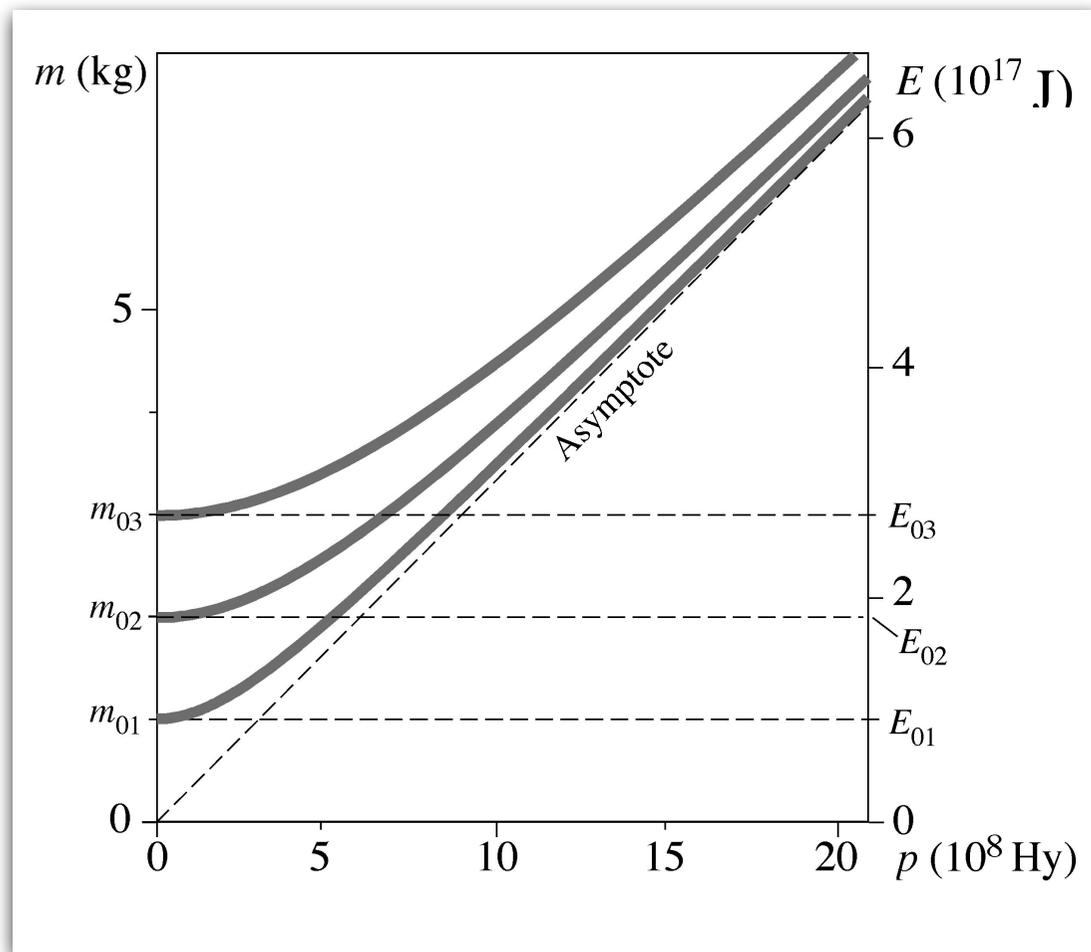
Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$



Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$



$$c = \sqrt{k} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E = \sqrt{E_0^2 + k \cdot p^2}$$

$$m = \sqrt{m_0^2 + \frac{p^2}{k}}$$

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

*Physik Journal 9 (2010), veröffentlicht
durch die deutsche Physikalische
Gesellschaft*

Vom Ursprung der Masse (Eberhard Klemp)

... nach Einsteins Beziehung $E = m \cdot c^2$ muss
man dieser Energie eine Masse zuordnen, die
sozusagen aus dem Nichts entseht.

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

*Physik Journal 9 (2010), veröffentlicht
durch die deutsche Physikalische
Gesellschaft*

Vom Ursprung der Masse (Eberhard Klemp)

Die masselosen Photonen tragen zwar
aufgrund ihrer Energie und der Äquivalenz
zwischen Energie und Masse ebenfalls zur
Massendichte bei, ...

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

Bader

Teilchenphysik

Bei der *Paarerzeugung* sahen wir, dass sich Energie von γ - Quanten in ein Elektron e^- und sein Antiteilchen Positron e^+ verwandeln kann.

Aus Energie, etwa von γ - Quanten, können *Quarkpaare* entstehen, z.B. u und \bar{u} oder d und \bar{d} .

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

Geoff Brumfiel

Fusion's Missing Pieces; Scientific American June 2012

In theory, fusion is a perfect energy source. It depends on the one thing in physics that everyone had heard of: $E = m \cdot c^2$. Because the speed of light is so great, $E = m \cdot c^2$ means that a very small amount of mass can generate an enormous quantity of energy

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse

$$E = k \cdot m$$

$$E_n^2 = E^2 + p^2 c^2$$

1. Der Impuls eines Körpers wird von der Masse und der Geschwindigkeit abhängen. Wie wird die Energie? (Energie = Masse \cdot Geschwindigkeit 2)

Licht wird vernichtet und ein Elektron - Positron-Paar wird erzeugt.

**Die Energie des Lichtes ist gleich der Energie des Elektron-Positron-Paares.
Die Masse des Lichtes ist gleich der Masse des Elektron-Positron-Paares.**

3. Beschreiben Sie die Paarbildung (Erzeugung eines Elektron-Positron- Paares). Unterscheiden Sie zwischen den Physikalischen Größen und den Bezeichnungen der bei diesem Prozess beteiligten Objekten.

Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse

$$E = k \cdot m$$

$$k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$



Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse

$$E = k \cdot m$$

$$k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$



Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse

$$E = k \cdot m$$

$$k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$



Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse

$$E = k \cdot m$$

$$k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$



Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse $E = k \cdot m$ $k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

Milch
+
Kaffee

Milch
+
Kaffee



Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse

$$E = k \cdot m$$

$$k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$



Besprechung - Erfahrung - Rückmeldung

Was lohnt sich mitzunehmen?

Energie = Masse

$$E = k \cdot m$$

$$k = 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

