

Die Macht der potenziellen Energie

Aufgaben zur Energie allgemein:

1) Bekannte Energieträger und ihr Energieinhalt:

- Verbrennen von Steinkohle (30 MJ pro kg Kohle)
- Kernspaltung von Uran (86 TJ pro kg Uran)
- Kernfusion mit Wasserstoff (0,34 PJ pro kg Deuterium-Tritium-Gemisch)

Aus welcher Höhe müsste man 1 kg Materie fallen lassen, um beim Aufschlag die gleiche Energiemenge freizusetzen wie bei der Verbrennung, Kernspaltung oder Kernfusion?

(Ansatz 1 mit $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$, Ansatz 2 mit $E_{pot} = -G \frac{m \cdot M_{Erde}}{r}$)

Gegeben: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$, $M_{Erde} = 5,97 \cdot 10^{24} kg$, $R_{Erde} = 6,37 \cdot 10^6 m$

	Steinkohle	Uran	Wasserstoff
Energie	30 MJ	86 TJ	0,34 PJ
Höhe 1 ($E_{pot} = m \cdot g \cdot h$)			
Höhe 2 ($E_{pot} = -G \frac{m \cdot M_{Erde}}{r}$)			

Benutze für die weiteren Aufgaben die Formel: $E_{pot} = -G \frac{m \cdot M}{r}$

2) Der Meteor von Tscheljabinsk trat mit einer Masse von $1,2 \cdot 10^7 kg$ und einer Geschwindigkeit von $1,9 \cdot 10^4 m/s$ in die Erdatmosphäre ein. Untersuche, ob die Anziehungskraft der Erde ihn auf diese Geschwindigkeit hat beschleunigen können.

3) Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit, mit der ein Körper in die Sonne stürzen kann?

Gegeben: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$, $M_{Sonne} = 1,99 \cdot 10^{30} kg$, $R_{Sonne} = 6,96 \cdot 10^8 m$

Aufgaben zu extrem kompakten Objekten:

- 4) Vom Objekt PG 1302-102 treffen $2,16 \cdot 10^{-14} \text{W}$ senkrecht auf jeden Quadratmeter Erde.
Im Vergleich dazu kommen von der 150 Mio. km (1 AE) entfernten Sonne 1367 W auf jeden Quadratmeter Erde an.
- a) Wie weit müsste man die Sonne wegschieben, damit von ihr eine genauso große Strahlungsleistung pro Quadratmeter auf der Erde ankommt, wie von PG 1302-102?
- b) Die Entfernung von PG 1302-102 beträgt 3,5 Mrd. Lichtjahre. Wie viel Leistung pro Quadratmeter käme von der Sonne auf der Erde an, wenn sie in dieser Entfernung stünde?
- c) Wie groß ist die Lichtleistung von PG 1302-102 im Vergleich zur Sonne?
- c) Die Zentralregion von PG 1302-102 lässt sich nicht auflösen, d.h. sie ist kleiner als $8 \cdot 10^{16} \text{m}$.
Angenommen die Lichtleistung von PG 1302-102 resultiert aus einer Anzahl an Sonnen wie die unsre. Berechne ihre gegenseitigen Abstände, wenn sie sich in einem Würfel mit $8 \cdot 10^{16} \text{m}$ Kantenlänge befinden.
- d) Es gibt einen Zusammenhang zwischen maximaler Strahlungsleistung bzw. Leuchtkraft (Eddington Leuchtkraft) durch Akkretion und der Zentralmasse:
$$L_{Eddington} = 1,3 \cdot 10^{31} \frac{M}{M_{Sonne}} \text{W}$$

Als Leuchtkraft wird in diesem Fall die Strahlungsleistung über dem gesamten Spektralbereich (bolometrische Leuchtkraft) benutzt. Diese beträgt $6,5 \cdot 10^{39} \text{W}$.
Berechne damit die Zentralmasse von PG 1302-102.
- e) Berechne die Entfernung zur Zentralmasse, ab der die kinetische Energie eines Teilchens mit Lichtgeschwindigkeit gerade noch ausreicht, das Gravitationsfeld zu verlassen (Schwarzschildradius).
- f) Wie viel Masse müsste jede Sekunde aus dem Unendlichen bis zum 1,7-fachen Schwarzschildradius fallen, damit die sekündlich freigesetzte potenzielle Energie der Eddington Leuchtkraft entspricht.