

Materialien für die EF-Physik/PN

Die ersten 1,5 Wochen (= Inhalt von 3 Langstunden):

Zunächst könnt Ihr zur weiteren Vertiefung des Gravitationsgesetzes auf S. 81 Nr. 5 und 6 erledigen. (Hinweis: ein geostationärer Satellit kreist über dem Äquator immer über der gleichen Stelle, dreht sich also genauso schnell wie die Erde rotiert. Für eine genaue Berechnung muss man synodische und siderische Umlaufzeit unterscheiden.)

Zusatzaufgabe: Erläutern Sie mit Hilfe einer geeigneten Skizze den Unterschied zwischen siderischer und synodischer Umlaufzeit.

Als nächstes solltet ihr auf S. 82 die Keplerschen Gesetze anschauen und soweit auch verstehen. Dabei sind auch die Begriffe Perihel und Aphel zu lernen. Dazu dann die Aufgaben auf S. 83, Nr. 1.a) sowie 2, 3 und 4.

Die Endergebnisse der Aufgaben **mit** Rechnungen (erst einmal **nur** die Endergebnisse) an mich per Mail schicken. (joerg.pohlmann@gymga.de)

Abgabe bis Mittwoch 25.03.2020. Dann folgen auch am nächsten Tag die Aufgaben für die nächsten 1,5 Wochen.

Aufgaben ohne Rechnung werden nach den Osterferien besprochen.

Euch allen dennoch schöne Tage und Gesundheit.

Herzliche Grüße vom

Jörg Pohlmann

Hallo,
die nächsten 1,5 Wochen sind anberaumt. Und hier folgt weiteres Material. Weiterhin gilt, dass ihr Fragen jederzeit an joerg.pohlmann@gymga.de mailen könnt.

Es geht vor allem um das Gravitationspotenzial. Es empfiehlt sich dazu auch folgende Links anzuschauen:

Zur Wiederholung und um der Geschichte der Entwicklung willen (wobei hier Newtons Gravitationsgesetz fehlt) ist die Bildergalerie sehr interessant (allerdings alles auf Englisch)
https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/our-solar-system/exploration/?page=0&per_page=10&order=created_at+desc&search=&tags=Our+Solar+System#a-new-view

Was das Gravitationspotenzial angeht gibt es dazu zwei gute Seiten:

- http://schulen.eduhi.at/riedgym/physik/11/grav_feld/gravpotential.htm und
- <https://www.leifiphysik.de/mechanik/gravitationsgesetz-und-feld/grundwissen/potenzielle-energie-im-gravitationsfeld>

Um zu sehen, wie gut man alles verstanden hat, könnt ihr Euch folgende Aufgaben ansehen (erst selbst probieren, dann in die Lösungen spinxen)
<https://www.leifiphysik.de/mechanik/gravitationsgesetz-und-feld/aufgabe/geostationaere-satelliten>

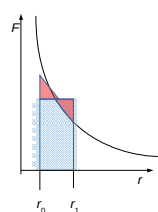
Dazu die Seiten 86-89 im Buch und nun noch eine kleine Erläuterung von mir zur potenziellen Energie im Gravitationsfeld:

Dazu zunächst eine kleine Skizze von mir (vgl. letzte Seite). Zunächst die rote Linie.

Wir tun einfach mal so, als wenn die grüne und blaue Linie und alles was sonst noch in den Farben grün oder blau gezeichnet ist gar nicht da wäre. Dann hätten wir die Situation in Erdnähe, also zum Beispiel im Schulgebäude. Ich gehe dort von 1. in das 3. Stockwerk und gewinne dabei an Höhe. Die daraus resultierende Zunahme an potenzieller Energie ergibt sich aus

$W_{pot} = m \cdot g \cdot \Delta h = F_g \cdot \Delta h$. Und die Gleichung $W_{pot} = F_g \cdot \Delta h$ ist also exakt die Fläche, die ich rote eingezeichnet habe, also unter der Linie, die die konstante Kraft anzeigt. Hier sind es die ganze Zeit 0,5 kg, also ca. 5N, die nach oben gehoben werden müssen. Auf der y-Achse (=Ordinate) ist die Kraft und auf der x-Achse (=Abszisse) die Strecke. Solange die Kraft (genauer die Erdbeschleunigung = Ortsfaktor) konstant ist, können wir also mit Rechteckflächen die Energie ausrechnen. Das mit der physikalischen Bedeutung von Flächeninhalten in Funktionen hatten wir schon ganz am Anfang, als wir gemerkt haben, dass die Fläche in in einem t - v -Diagramm nichts anderes als die zurückgelegte Strecke ist. Also so neu sollte das mit den Flächen und der dazu passenden physikalischen Bedeutung nicht sein. Hier gilt also in einem s - F -Diagramm, dass die Fläche die potenzielle Energie darstellt. Soweit so gut. In einem Gravitationsfeld aber ändert sich die Kraft aber mit der Entfernung vom Planeten, sie wird nämlich immer kleiner, was durch die blaue Kurve dargestellt ist. Dabei gilt ja, dass $F_G \sim \frac{1}{r^2}$ ist. Auch hier habe ich wieder rechteckige

Flächen gezeichnet. Diese Flächen sollen dann in etwa die Fläche darstellen, die tatsächlich unter der Kurve liegt. Auf der linken Seite fehlt ein bisschen an Fläche, die dafür auf der rechten Seite des Rechtecks Nr. 1 zu viel ist. Insgesamt also gleichen sich die etwas zu kleine und die etwas zu große Fläche aus. Das gleiche habe ich dann mit Rechteck Nr. 2 gemacht. Das könnte ich nun noch sehr



viel häufiger machen. Entscheiden ist hier nur, dass die Rechtecke nicht zu breit werden, damit mein Rechteck, das ja nur in der Mitte die Funktion trifft, ausreichend genau den Flächeninhalt darstellt. Links ist noch einmal ein Ausschnitt dargestellt, bei dem man erkennen kann, dass die roten Flächen in etwa gleich groß sind und das blaue Rechteck in sehr guter Näherung die tatsächliche Fläche unter dem Graphen darstellt.

Wenn wir nun hingehen und sagen, dass der Streckenabschnitt $\Delta r = r_1 - r_0$ ist und außerdem ist Δr so klein gewählt, dass sich die Kraft F in diesem Abschnitt nur minimal ändert, dann können wir sagen, dass $F_G = \gamma \cdot m \cdot M \cdot \frac{1}{r^2} \approx \gamma \cdot m \cdot M \cdot \frac{1}{(r_1 \cdot r_0)}$. Dies gilt dann, wenn r_1 und r_0 sehr nah beieinander liegen und somit Δr fast (nicht exakt) 0 ist.

Nun benutzen wir unsere bekannte Formel für die potenzielle Energie, nämlich $\Delta W_{pot} = F_g \cdot \Delta h$ nur mit dem einen Unterschied, dass wir das h mit r ersetzen und somit erhalten $\Delta W_{pot} = F_g \cdot \Delta r$. Jetzt also alles einsetzen und somit ergibt sich:

$$\Delta W_{pot} = \gamma \cdot m \cdot M \cdot \frac{1}{(r_1 \cdot r_0)} \cdot (r_1 - r_0) = \gamma \cdot m \cdot M \cdot \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_1} \right)$$

Das gleiche machen wir nun für das nächste

Rechteck Nr. 2. Für diese Fläche erhalten wir dann $\Delta W_{pot} = \gamma \cdot m \cdot M \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

Wenn man jetzt die Gesamtfläche beider Rechtecke bestimmen möchte muss man nur die beiden Teilergebnisse addieren und man erhält dann: $\Delta W_{pot} = \gamma \cdot m \cdot M \cdot \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_2} \right)$

Und so würde sich nun für jede weitere Teilfläche die Nummerierung fortsetzen. Addiert man dann alle Teilergebnisse auf und man hätte n Rechtecke gezeichnet, erhielte man

$$\Delta W_{pot} = \gamma \cdot m \cdot M \cdot \left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_n} \right)$$

Und was sehen wir nun in der mühsam hergeleiteten Formel. Der Weg von Punkt 0 zu Punkt n ist nicht entscheidend, entscheidend ist nur der jeweilige Abstand vom Mittelpunkt des Planeten. Im Übrigen ist den Physikern diese Formel zu sperrig, weswegen man nach einem einheitlichen Nullpunkt gesucht hat, von dem aus man die potenzielle Energie berechnen kann. Dann spielt auch die Größe (gemeint ist hier der Radius) des Planeten keine Rolle mehr. Also hat man den Punkt, an dem die potenzielle Energie genau Null ist ins Unendliche definiert, also wird $r_0 = \infty$

Und schon wird die Formel etwas einfacher, nämlich:

$$W_{pot} = -\gamma \cdot m \cdot M \cdot \left(\frac{1}{r_n} \right)$$

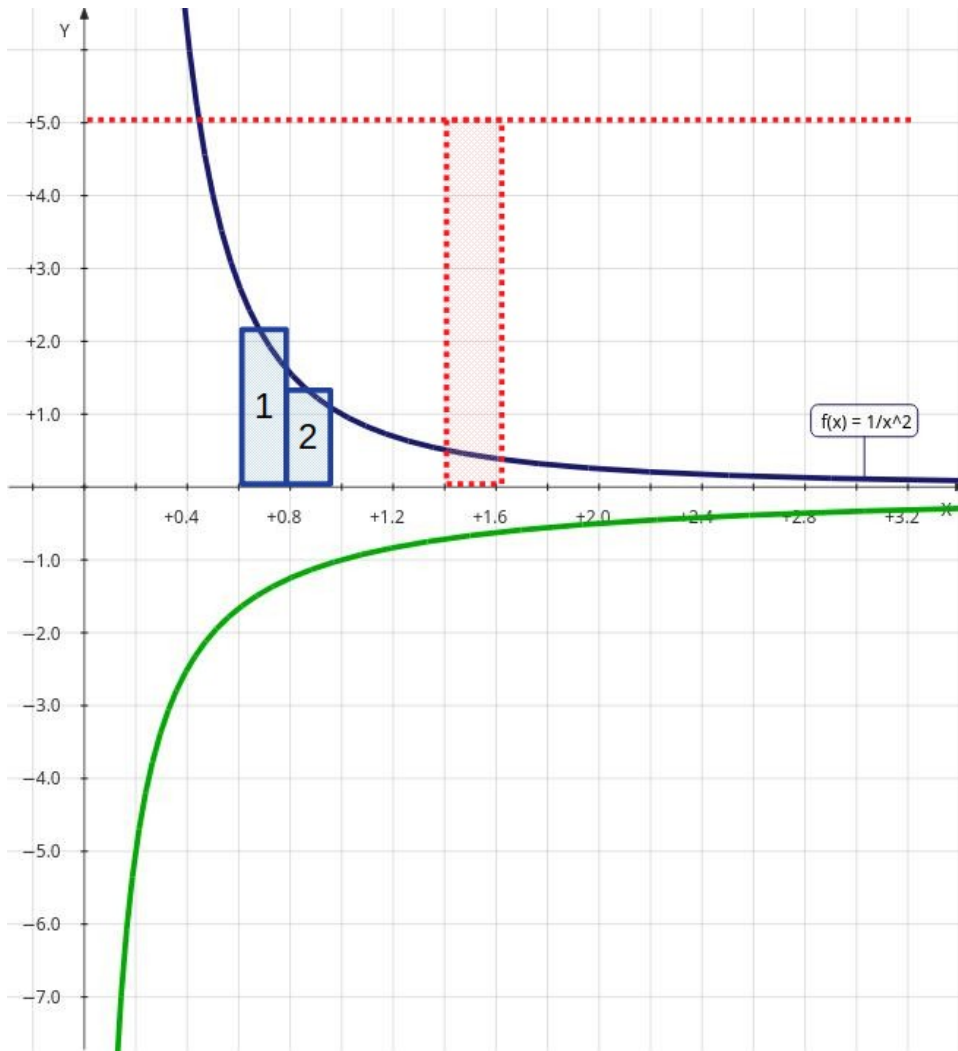
Und jetzt versteht ihr hoffentlich auch, warum die grüne Kurve die potenzielle Energie darstellt und weshalb diese immer negativ ist. MERKE: Potenzielle Energie ist in einem Gravitationsfeld (auch in allen anderen Radialfeldern) immer(!) negativ. Kinetische Energie hingegen ist immer positiv.

Nun zu den Aufgaben:

1. Warum ist kinetische Energie immer positiv?
2. Fertige ein Schaubild zu folgenden Begriffen an: Äquipotenziallinie, Feldstärkevektor, Feldlinien. (Einfach eine Skizze und für jeden Begriff in der Skizze die passenden Pfeile bzw. Linien in einer andern Farbe markieren.)
3. Alle Aufgaben S. 87 (wer die 3.b) nicht hinbekommt (→ kein Frust, die ist auch etwas schwer, dann eben nicht.)
4. S.89, Nr. 1 und 2

Und auch hier gilt, die Aufgaben mit rechnerischen Lösungen bitte nur das Endergebnis an : joerg.pohlmann@gymga.de per Mail bis zum Beginn der Osterferien per Mail senden.

In dem Zusammenhang weise ich darauf hin, dass noch einige wenige Kursteilnehmer mir keine Ergebnisse gemailt haben. Wer das weiterhin konsequent nicht macht, muss sich darüber im Klaren sein, dass diese Nicht-Leistungserbringung auch mit in die Zeugnisnote einfließt. Soll keiner sagen, er/sie hätte das nicht gewusst.



Es tut mir sehr Leid, dass gerade das Fach Physik, das von Experimenten und dem Gespräch lebt, so lange ausfallen muss. Sollte nach den Osterferien die Schule weiterhin lange zu bleiben müssen, werde ich auch einen anderen Kommunikationsweg zusätzlich auswählen. Dazu folgt aber dann mehr, wenn wir alle mehr wissen.

Bis dahin bleibt gesund und allezeit genug Nudeln und Toilettenpapier 😊

Herzliche Grüße vom

Jörg Pohlmann