EI K1PH-4 2012-13	*PHYSIK* 2. Probeklausur	

Du kannst die gesamte Zeit deinen GTR verwenden! Achte auf eine saubere Darstellung und vergiss nicht, Ansätze zu notieren. **Bearbeitungszeit: 90 Minuten**

1. Aufgabe **(2 Punkte)**

In einem Text zu harmonischen Schwingungen heißt es: *„Um den Nachweis zu führen, dass eine harmonische Schwingung vorliegt, reicht der Nachweis des linearen Kraftgesetzes F~s(t)"*.

a) Erläutere diesen Satz.

Wie wir gesehen haben, folgt mit Newtons 2. Axiom (verkürzt: F=ma) eine Differentialgleichung, die von einem Sinus gelöst wird, wenn immer F proportional s gilt. Ein Sinus beschreibt eine harmonische Schwingung. Damit stimmt dieser Satz.

2. Aufgabe **(3 Punkte)**

Wende den Satz aus Aufgabe 1 auf folgendes Beispiel an: Ein Skater der Masse m fährt mit seinem Skateboard in ein halbkreisförmigen Halfpipe. Wir sehen in unserem Beispiel von Reibung ab. Der Skater startet in Punkt B. Punkt A stellt einen Ort dar, den der Skater unter anderem durchläuft.

a) Ist die Schwingung, die der Skater vollführt, harmonisch? Begründe!
b) Ist die Schwingung für kleine Amplituden näherungsweise harmonisch? Begründe!

Unter

http://www.leifiphysik.de/web_ph10_g8/zusatzaufgaben/13schwingungen/schwingung5/halfpipe_hk_l.htm

wird beides beantwortet!

3. Aufgabe **(2 Punkte)**

Was verstehen wir unter dem Begriff der „Elongationsenergie"? Erläutere anhand eines Beispiels!

Das ist die dem Schwinger zugeführte Energie. Also die Energie, die wirklich alleine für die Schwingung zur Verfügung steht. Beim Federpendel war sie $0.5D\hat{s}^2$.

Zusatzaufgabe ***(1 Punkt)***

Leite mit dem Ansatz $E_{span}+E_{kin}=E_{Elong}$ den Energieerhaltungssatz für das Federpendel her. Es gilt in diesem Fall also $0.5Ds^2 + 0.5mv^2 = 0.5D\hat{s}^2$.

Für das Federpendel haben wir ja s(t) bzw. v(t) als Formel. Beides setzt du in die gegebene Gleichung ein (also links das v und rechts das s ersetzen) und dann muss man eine Weile rechnen. Siehe dazu den Anhang!

4. Aufgabe **(2 Punkte)**

Leite die Formel für die Ausbreitungsgeschwindigkeit c an einer Welle mit der Wellenlänge λ und der Periodendauer T her. Fertige dazu eine kleine Skizze an.

Die Phasengeschwindigkeit c berechnet sich ganz allgemein mit v=s/t. wobei v eben als c bezeichnet wird und man sich überlegen kann, dass die Zeit T vergeht, damit die Welle sich um eine Wellenlänge λ ausgebreitet hat. Damit gilt für t=T, dass s=λ ist. Es entsteht jetzt c=λ/T und mit 1/T=f folgt c=λf. Skizze siehe Buch!

5. Aufgabe **(5 Punkte)**

Du beobachtest eine Welle. Jedes Körperchen führt 15 Schingungsperioden in 3s aus. In der gleichen Zeit wandert jeder Phasenzustand 12m weiter.

a) Berechne f, λ und c.

Es ist zuerst f = 15/3s = 5Hz. Mit v=s/t ist c=12m/3s=4m/s. Nach c=λf ist damit λ=c/f=0.8m.

Der Erreger (x=0) startet für t=0 seine Sinusschwingung mit der Amplitude $\hat{s}$=5cm.

b) Zeichne die Welle für t=0.4s.
c) Zeichne das Diagramm der Teilchenschwingung für das Teilchen am Ort x=3.5m.

Für x=0 vereinfacht sich die Wellengleichung $s(t,x) = \hat{s} \cdot \sin\left(\omega \left(t - \frac{x}{c}\right)\right)$ **zu** $s(t,0) = \hat{s} \cdot \sin(\omega t)$. **Nun setzt man noch die Werte ein (**ω **= 2**π**f ≈ 31.4Hz) und erhält (ohne Einheiten)**

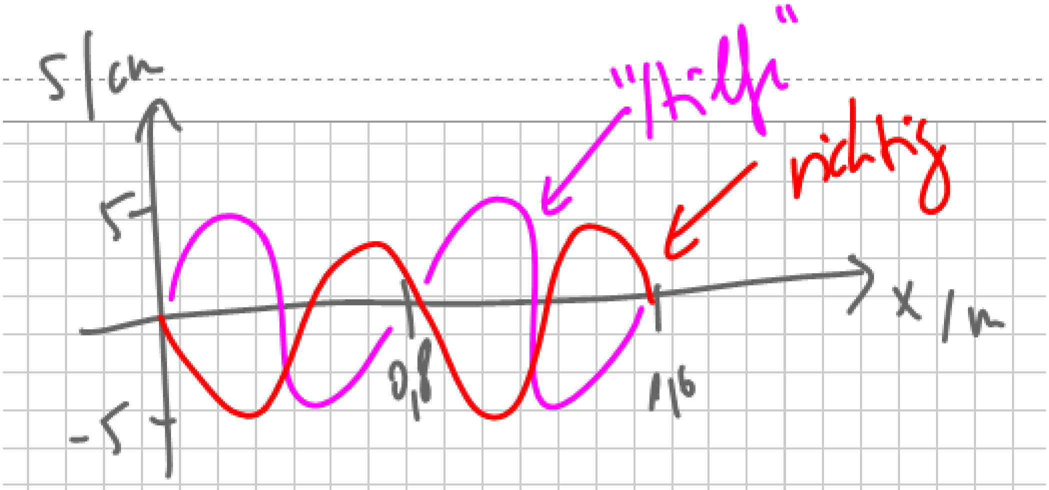
$$s(t,0) = 0.05 \cdot \sin(31.4 \cdot t).$$

Das ist die Schwingung, mit der die Welle letztlich erzeugt wird. Nun sollen wir zwei verschiedene Aspekte auswerten. Einmal ein ts-Diagramm und einmal ein xs-Diagramm… Da c) leichter ist, beginnen wir mit c):

Hier verzögert sich die Schwingung um die Laufzeit der Welle. Um 3.5m zurückzulegen, braucht die Welle nach v=s/t bzw. 4m/s=3.5m/t genau t=3.5/4 s, was t=0.875s entspricht. Also haben wir die ersten (gerundeten) 0.9s Sekunden eine Nulllinie und dann beginnt $s(t, 3.5m) = 0.05 \cdot \sin(31.4 \cdot t - 3.5/4)$. **Letztere Funktion zeichnet man am besten mit dem GTR und überträgt sie, natürlich erst ab 0.9s.**

Die Teilaufgabe b) ist schwerer umzusetzen, weil man „rückwärts" zeichnen muss. Zuerst einmal gilt $s(0.4s, x) = 0.05 \cdot \sin\left(31.4 \cdot \left(0.4 - \frac{x}{4}\right)\right)$, **wieder ohne Einheiten.**

Dann sollte einem noch klar sein, dass wegen t=0.4s die Welle noch nicht allzu weit gekommen ist. Es gilt ja wieder v=s/t. 4m/s=x/0.4s liefert x=1.6m. Somit kann man bei x=1.6m aufhören bzw. ab da eine Nulllinie eintragen. Die Wellenlänge beträgt 0.8m, was bedeutet, dass zwei Schwingungen einzutragen sind; wegen dem „Rückwärts" ist sie im Vergleich zur eigentlichen Schwingung einfach an der x-Achse gespiegelt:



Falls dir nicht klar ist, wieso die rote Kurve die richtige ist: Wenn die Zeit weiter vergehen würde, schiebt sich die rote Welle ja nach rechts. Dann erfährt x=1,6m zuerst eine Auslenkung nach oben, bevor es wieder runter geht. Und das ist ja der „normale" Sinus, wie ihn die Schwingung produziert. Daher ist die lila Hilfskurve mit eingezeichnet ;-)

6. Aufgabe **(3 Punkte)**

In einem Physikbuch findest du für die Wellengleichung einer fortschreitenden Sinuswelle die Formel

$$s(t,x) = \hat{s} \cdot \sin\left(\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right).$$

In einem zweiten Buch findest du für den gleichen Vorgang folgende Formel:

$$s(x,t) = \hat{s} \cdot \sin\left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right).$$

a) Erläutere die anschauliche Bedeutung der ersten Gleichung. Gehe dabei insbesondere auf den Quotienten x/c ein.

In der Aufgabe 5 braucht man dieses Verständnis bereits! x/c = t' beschreibt die zeitliche Verzögerung, dass an einem weiter entfernten Ort x die Welle nicht gleich ankommt, sondern, abhängig vom Ort x und ihrer Ausbreitungsgeschwindigkeit c, dafür eine gewisse Zeit braucht. (Durch das Minus wird die Sinuskurve nach rechts verschoben, was wir ja wollen).

Ansonsten ist für x=0 die Gleichung die übliche Schwingungsgleichung.

b) Weise nach, dass die beiden Formeln identisch sind.

Dazu braucht man $\omega=2\pi f$ und f=1/T (für den ersten Summand) bzw. c=λf (für den zweiten Summand).

Man multipliziert am besten in der zweiten Gleichung die Klammer aus, sodass man auf

$$2\pi\frac{t}{T} - 2\pi\frac{x}{\lambda}$$

stößt. Nun ist eben 2π/T=ω, womit bereits vorne alles klar ist.

Hinten ersetzt man λ durch c/f und so ist $2\pi\frac{x}{(c/f)} = 2\pi\frac{xf}{c}$ **(Achtung: Doppelbruch!) Wieder ist 2πf=ω und fertig.**

7. Aufgabe **(3 Punkte)**

Bei der Interferenz entgegenlaufender Wellen kommt es unter welchen Voraussetzungen zu einer stehenden Welle? Warum gibt es dabei Stellen, deren Elongation immer gleich Null ist? Erläutere anhand von Skizzen, am besten mithilfe des Zeigermodells!

Wichtig ist, dass die beiden Wellen die gleiche Frequenz besitzen und die gleiche Amplitude. Bei unserem Versuch mit den zwei Lautsprechern haben wir daher auch keine ganz stehende Welle erhalten, denn die Amplituden gehen ja mit größerer Entfernung etwas runter.

Bitte lies dir noch einmal S.138 Abschnitt 2 durch bzw. überlege dir in Ruhe B1 auf der gleichen Seite. Denke an das Rückwärtszeichnen!