

Name(n):  
Matrikelnummer(n):

Übungsgruppe:

## Experimentalphysik I, WS 2016/17

Prof. Dr. A. Zilges, M.Sc. Mark Spieker, M.Sc. Simon Pickstone  
Institut für Kernphysik, Universität zu Köln

Vorlesungswebseite: [www.ikp.uni-koeln.de/zilges/vorl/exp1/exp1.html](http://www.ikp.uni-koeln.de/zilges/vorl/exp1/exp1.html)

### Übungsblatt 10

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	Summe
Punkte:								

**Ausgabe:** Mittwoch, 11. Januar 2017 in der Vorlesung und auf der Vorlesungswebseite  
**Abgabe:** Mittwoch, 18. Januar 2017 vor der Vorlesung  
**Besprechung:** Montag, 23. Januar 2017 in den Übungen

Bitte nutzen Sie dieses Blatt als Deckblatt für Ihre Übung und heften Sie alles zusammen. Bitte geben Sie auch die oben genannten Informationen leserlich an!

#### 1. [5 Punkte] Schwingender Körper

Die Position eines Körpers sei durch den folgenden Ausdruck gegeben:

$$x(t) = 8 \text{ cm} \cdot \cos(4\pi \cdot t \cdot 1/s)$$

Dabei ist  $t$  die Zeit in Sekunden.

- Bestimmen Sie die Frequenz  $f$  der Schwingung! (1 Punkt)
- Bestimmen Sie die Periodendauer  $T$  der Schwingung! (1 Punkt)
- Bestimmen Sie die Amplitude der Bewegung! (1 Punkt)
- Ermitteln Sie, wann der Körper nach der Zeit  $t = 0$  s erstmals die Ruhelage ( $x(t_{\text{Ruhe}}) = 0$  cm) erreicht! (1 Punkt)
- Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit  $v_{\text{max}}$  des Körpers! (1 Punkt)

#### 2. [2 Punkte] Der missglückte Ölbohrversuch

Durch einen missglückten Ölbohrversuch wurde ein Loch quer durch den Mittelpunkt der Erde zur anderen Seite gegraben. An einem Ende wird ein Stein fallen gelassen, so dass er sich zum gegenüberliegenden Ausgang bewegt und sich dann wieder zurück bewegt. Innerhalb der Erde erfährt der Stein eine Beschleunigung, die zum Erdmittelpunkt gerichtet ist und

$$a = \gamma \cdot \frac{r \cdot M_E}{r_E^3}$$

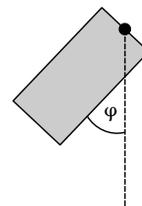
beträgt, wenn die Masse homogen verteilt ist. Dabei ist  $M_E = 5.9736 \cdot 10^{24}$  kg die Masse der Erde,  $r_E = 6370$  km der Erdradius und  $\gamma = 6.674 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> die Gravitationskonstante. Vernachlässigen Sie Reibungseffekte!

Berechnen Sie die Schwingungsdauer  $T$  des Steins!

### 3. [3 Punkte] Schwingendes Brett

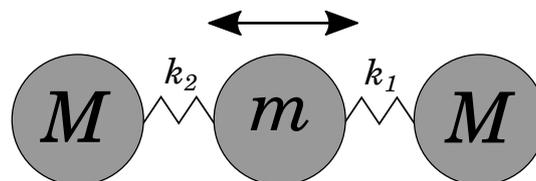
An einer Stange ist ein Brett befestigt, das um einen kleinen Winkel  $\varphi$  ausgelenkt wird. Das Brett wiegt 100 g und hat die Maße 5 cm  $\times$  20 cm. Wie groß ist die Periode  $T$  der Schwingung?

**Hinweis:** Für kleine Winkel  $\varphi$  gilt:  $\sin \varphi \approx \varphi$ .



### 4. [2 Punkte] Schwingende Atome im Festkörper

In einem Festkörper sind die Atome in Gitterstrukturen angeordnet. Die Bindungskräfte zwischen den Atomen können dabei näherungsweise wie Federkräfte behandelt werden. Bei hohen Temperaturen können die Gitteratome in Schwingung versetzt werden.

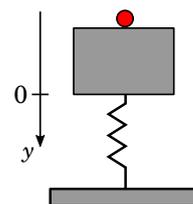


Betrachten Sie dazu das einfache Modell eines Atoms mit der Masse  $m$ , das mit seinen Nachbaratomen über zwei Federn mit den Federkonstanten  $k_1$  und  $k_2$  verbunden ist und dämpfungsfrei schwingt (siehe Skizze). Zeigen Sie, dass die Schwingungsfrequenz durch  $f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$  gegeben ist, wobei  $f_1$  und  $f_2$  jeweils die Oszillatorfrequenz ist, die nur durch eine der Federn verursacht würde! Betrachten Sie die Nachbaratome der Masse  $M$  als ortsfest.

### 5. [2 Punkte] Die Perle auf dem schwingenden Block

Wie in der nebenstehenden Abbildung skizziert, sei ein Block an einer Feder befestigt. Er schwingt senkrecht mit einer Frequenz  $f$  von 4 Hz und einer Amplitude von 7 cm. Nun wird eine Perle genau dann auf den Block gelegt, wenn dieser den untersten Punkt seiner Schwingung erreicht. Bei welchem Abstand  $y$  zur Gleichgewichtslage des Blocks verliert die Perle den Kontakt zu diesem?

**Hinweis:** Nehmen Sie an, dass die Masse der Perle so klein ist, dass ihr Einfluss auf die Bewegung des Blocks vernachlässigbar ist.



### 6. [6 Punkte] Der schwingende Schokoladenweihnachtsmann

Ein Schokoladen-Weihnachtsmann mit einer Masse von 2 kg schwingt an einer Feder mit einer Federkonstanten von  $k = 400$  N/m. Die Dämpfungskonstante ist  $b = 2$  kg/s. Durch einen Motor wird das System mit einer Kraft angetrieben, welche einen cosinusförmigen Zeitverlauf hat. Der Maximalwert dieser Kraft ist 10 N. Die Kreisfrequenz dieser äußeren Kraft sei  $\omega = 10$  s $^{-1}$ .

Betrachten Sie im folgenden das System nach der Einschwingphase ( $t \rightarrow \infty$ ).

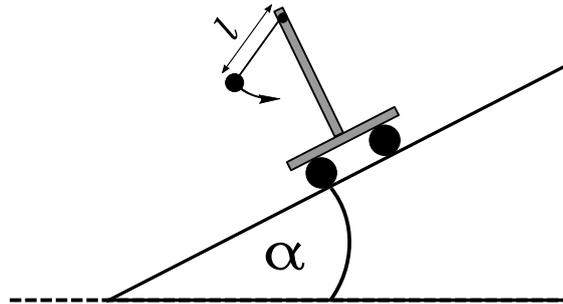
- Bestimmen Sie die Amplitude der Schwingung! (2 Punkte)
- Berechnen Sie die Resonanzfrequenz des Systems! (2 Punkte)
- Bestimmen Sie die Amplitude der Schwingung im Resonanzfall! (1 Punkt)
- Skizzieren Sie  $A_2(\omega)$  als Funktion von  $\omega$  zwischen 0 und  $2\omega_0$ , wobei  $\omega_0$  die Eigenfrequenz des Systems bezeichnet! (1 Punkt)

### 7. [3 Bonuspunkte] Mathematisches Pendel auf schiefer Ebene

Ein mathematisches Pendel der Länge  $l$  ist mit einem schweren Wagen verbunden, siehe Skizze. Dieser Wagen gleite nun reibungsfrei eine schiefe Ebene herunter, die mit der Horizontalen einen Winkel  $\alpha$  einschließt.

- Skizzieren Sie das Kräfte diagramm! (1 Punkt)
- Berechnen Sie die effektive Erdbeschleunigung! (1 Punkt)

c) Bestimmen Sie die Schwingungsdauer  $T$  des Pendels auf dem gleitenden Wagen! (1 Punkt)



Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20 + 3 Bonuspunkte

## Wichtige Informationen zur Änderung des Klausurtermins und zur Übungsanmeldung über KLIPS 2.0!

Der Klausurtermin hat sich geändert! Um eine unmittelbare Abfolge von den Klausuren in Experimentalphysik I und Analysis I zu umgehen, findet die Klausur zur Experimentalphysik I jetzt am Dienstag, den 21.02.2017 von 13:00 Uhr bis 16:00 Uhr in Hörsaal I und II statt. Bitte wenden Sie sich bei Fragen zu dieser Terminänderung an Herrn Spieker oder direkt nach der Vorlesung an Professor Zilges! Ab Dienstag, den 10.01.2016 können Sie sich dann offiziell bei KLIPS 2.0 zu den Übungen zur Experimentalphysik I und bei Zulassung ab Anfang Februar bis spätestens 14.02.2017 zur Klausur anmelden. Beachten Sie die Erläuterungen auf der Vorlesungswebseite! Bitte wenden Sie sich bei Fragen zur Anmeldung an Herrn Spieker.