

# Klausur Physik I und Einführung in die Theoretische Physik I Wintersemester 2009/10

Mittwoch, den 17. Februar 2010

(Bearbeitungszeit 120 Minuten)

Zulassung **nur** mit Studierenden- und Lichtbildausweis

..... <b>Nachname (Blockschrift)</b>	..... <b>Vorname (Blockschrift)</b>	..... <b>Matrikel-Nummer</b>
..... <b>Studienfach</b>	..... <b>Studiengang (Diplom/Bachelor/Lehramt)</b>	
..... <b>Übungsgruppe</b>	..... <b>Übungsgruppenleiter</b>	

Aufgaben 4 und 8 sind die Aufgaben zur Theoretischen Physik

**Erlaubte Hilfsmittel:**

Einfacher Taschenrechner für numerische Rechnungen.

Handschriftliche Notizen im Umfang von 2 DIN A4 Seiten (Vor- und Rückseite beschrieben).

Eigenes Schmierpapier ist NICHT gestattet – kann aber angefordert werden.

**BITTE MOBILTELEFON KOMPLETT AUSSCHALTEN !!**

Die Klausurbögen sind auch dann wieder abzugeben, wenn sie nicht bearbeitet wurden.

Die Rückseiten der Bögen können auch benutzt werden.

Die zusätzlich angehefteten Leerseiten müssen nicht abgegeben werden.

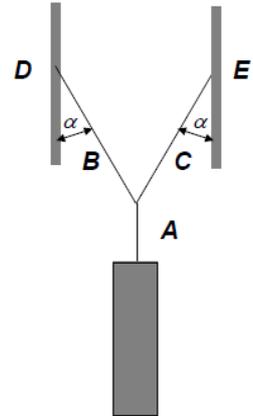
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	$\Sigma$
maximale Punktzahl	4	4	4	4	4	4	4	4	32
erzielte Punktzahl									

## 1. AUFGABE: Kräfte und Zugspannung

(4 Punkte)

Ein homogener Eisenzylinder mit Masse  $m = 125 \text{ g}$ , Länge  $L = 20 \text{ cm}$  und Durchmesser  $d = 1 \text{ cm}$  ist, wie in der Abbildung gezeigt, mit den Schnüren  $A$ ,  $B$  und  $C$  an 2 vertikalen Wänden befestigt. Die Schnüre  $B$  und  $C$  haben die gleiche Länge und bilden einen Winkel von  $\alpha = 30^\circ$  mit den Wänden. Das Gewicht der Schnüre kann vernachlässigt werden. Berechnen Sie

- die Kraft im Seil  $A$ , (1 Punkt)
- die Kräfte in den Seilen  $B$  und  $C$ , (1 Punkt)
- die Horizontalkräfte, die bei den Befestigungspunkten  $D$  und  $E$  auftreten, (1 Punkt)
- die mechanische Zugspannung im Eisenzylinder 5 cm und 15 cm vom unteren Ende des Zylinders. (1 Punkt)



## 2. AUFGABE: Kreisbewegung

(4 Punkte)

Ein Erdbeobachtungssatellit der Masse  $m = 500 \text{ kg}$  bewegt sich mit einer Umlaufzeit von  $T = 97,4 \text{ min}$  auf einer kreisförmigen Umlaufbahn in einer Höhe  $h = 640 \text{ km}$  über der Erdoberfläche. Der Erdradius ist  $r_E = 6371 \text{ km}$ . In dieser Höhe kann die Luftreibung vernachlässigt werden.

- a) Wie groß sind die Beträge der Geschwindigkeit und der Kreisfrequenz  $\omega$ ? (1 Punkt)
- b) Wie groß ist die Zentripetalbeschleunigung? (1 Punkt)
- c) Wie groß ist der Drehimpuls des Satelliten relativ zum Erdmittelpunkt? (1 Punkt)
- d) Berechnen Sie den Wert der Gravitationsbeschleunigung auf der Umlaufbahn des Satelliten. Dazu können Sie das Newton'sche Gravitationsgesetz und den Wert  $g$  der Erdbeschleunigung verwenden. Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Zentripetalbeschleunigung von b). (1 Punkt)

### 3. AUFGABE: Harmonischer Oszillator

(4 Punkte)

Ein Körper der Masse  $m = 500 \text{ g}$  ist über eine Feder mit der Federkonstanten  $k = 70 \text{ N/m}$  an einer starren Wand befestigt. Der Körper wird um den Abstand  $x = 11 \text{ cm}$  aus seiner Gleichgewichtslage ( $x = 0$ ) ausgelenkt und aus ruhender Lage losgelassen. Man vernachlässige alle Reibungsverluste. Berechnen Sie

- a) die Kreisfrequenz  $\omega$ , (1 Punkt)
- b) die Amplitude der Schwingung, die maximale Geschwindigkeit  $v_{\max}$  und den Wert von  $x$ , bei dem  $v_{\max}$  auftritt, (1 Punkt)
- c) die maximale Beschleunigung des Gewichts, und (1 Punkt)
- d) die Energie der Schwingung. (1 Punkt)

4. AUFGABE (theoretisch): Differenzialgleichungen

(4 Punkte)

Die (eindimensionale) Bewegung eines Teilchens werde durch eine Trajektorie  $x(t)$  beschrieben, die der Differenzialgleichung  $dx/dt + a x = b$ , mit  $a, b = \text{const.}$  genügt.

- a) Klassifizieren Sie die Differenzialgleichung (Ordnung, linear/nichtlinear, homogen/inhomogen, konstante/nicht konstante Koeffizienten). (1 Punkt)
- b) Wie viele Anfangsbedingungen müssen angegeben werden, damit eine Lösung existiert und diese eindeutig bestimmt ist? Begründen Sie kurz Ihre Antwort. (1 Punkt)
- c) Bestimmen Sie die allgemeine Lösung der Differenzialgleichung. (2 Punkte)

### 5. AUFGABE: Kugeln auf schiefer Ebene

(4 Punkte)

Eine homogene Kugel (Masse  $M = 5 \text{ kg}$ , Radius  $R$ , Trägheitsmoment  $I = (2/5) \cdot M \cdot R^2$ ) rollt reibungsfrei und ohne zu gleiten eine schiefe Ebene (Länge  $l$  und Höhe  $h$ ) hinunter.

- a) Geben Sie den Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit des Schwerpunkts ( $v_S$ ) und der Winkelgeschwindigkeit der Rotation  $\omega$  an. (1 Punkt)
- b) Geben Sie die Beiträge zur kinetischen Energie (Translations- und Rotationsenergie) der Kugel an, wenn sie mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  rollt. (1 Punkt)
- c) Wie groß ist die kinetische Energie der Kugel am Ende der schiefen Ebene, wenn sie am oberen Ende mit der Geschwindigkeit  $v_S = 0$  gestartet ist? (1 Punkt)
- d) Vergleichen Sie die Bewegung einer Hohlkugel gleicher Masse  $M$  mit der der homogenen Kugel. Welche Kugel erreicht zuerst das Ende der schiefen Ebene, wenn beide gleichzeitig am oberen Ende mit der Geschwindigkeit  $v = 0$  starten? Eine kurze Begründung angeben – eine Rechnung wird nicht verlangt! (1 Punkt)

### 6. AUFGABE: Auftrieb und Archimedisches Prinzip

(4 Punkte)

In einer Badewanne, die bis zum Rand mit Wasser gefüllt ist, schwimmt ein Eisklotz von 10 kg. 10 % des Eises befinden sich über der Wasseroberfläche. Der Eisklotz hat die Form eines Zylinders von 20 cm Durchmesser. Die Zylinderachse ist senkrecht zur Wasseroberfläche.

- a) Berechnen Sie die Dichte des Eises. (1 Punkt)
- b) Welche Arbeit ist erforderlich, um den Eisklotz aus dem Wasser zu heben? Die Badewanne ist groß genug, so dass das Absenken des Wasserspiegels vernachlässigt werden kann (2 Punkte)
- c) Welches Wasservolumen ist aus dem Eimer ausgelaufen, wenn das gesamte Eis geschmolzen ist? (1 Punkt)

Hinweis: Aufgabe (c) kann unabhängig von (a) und (b) gelöst werden

### 7. AUFGABE: Ideales Gas

(4 Punkte)

Der Luftdruck im Seminarraum beträgt 1 atm ( $1,013 \cdot 10^5$  Pa) und die Temperatur  $20^\circ\text{C}$ . Die Avogadrozahl ist  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  und die Boltzmannkonstante  $k = 1,381 \cdot 10^{-23}$  J/K. Es soll angenommen werden, dass sich die Luft wie ein ideales Gas verhält. Luft besteht im Wesentlichen aus Stickstoff ( $\text{N}_2$ ), Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ), Wasserdampf ( $\text{H}_2\text{O}$ ) und Argon (Ar).

- a) Wie viele Moleküle befinden sich in einem Liter Luft ? (1 Punkt)
- b) Welche Arbeit ist erforderlich, einen Liter Luft isotherm auf das halbe Volumen zu komprimieren ? (2 Punkte)
- c) Welches ist die mittlere kinetische Energie eines einzelnen Argonatoms vor und nach der isothermen Kompression ? (1 Punkt)

**8. AUFGABE (theoretisch): Energieerhaltung**

**(4 Punkte)**

Ein Teilchen der Masse  $m$  bewege sich in einem konservativen Kraftfeld  $\mathbf{F} = \mathbf{F}(\mathbf{r})$ .

- a) Wie ist die Gesamtenergie des Teilchens definiert ? (1 Punkt)
- b) Differenzieren Sie die Gesamtenergie nach der Zeit und zeigen Sie so, dass die Gesamtenergie zeitlich konstant ist! (2 Punkte)
- c) Betrachten Sie jetzt das Kraftfeld  $\mathbf{F}(\mathbf{r}) = a \mathbf{r}$  mit  $a = \text{const.}$  Ist diese Kraft konservativ? Begründen Sie Ihre Antwort! (1 Punkt)

Hinweis: Aufgabe (c) kann unabhängig von (a) und (b) gelöst werden