


Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg

# Klausur

Experimentalphysik  
Ulrich Stein



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg

## Klausur-Modalitäten


Bearbeitungszeit: 90 Minuten / Lichtbild-Ausweis

Erlaubte Hilfsmittel: Formelsammlungen,  
Taschenrechner, Bücher,  
sofern sie keine durchgerechneten Beispiele enthalten.

Verboten sind: Handschriftliche Aufzeichnungen,  
Computerausdrucke, Kopien, Handys,  
~~nachbarschaftliche Zusammenarbeit~~

---


Klausur ist bestanden ab 50 % der erreichbaren Punktzahl



Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg

## Klausur-Inhalte

# Kapitel 1	- Mechanik
# Kapitel 2 knapp, nur Basis	- Wärme
# Kapitel 4	- Schwingungen
# Kapitel 5	- Wellen
# Kapitel 6	- Optik
# Anhang: speziell Differential- und Integralrechnung	



Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg


## Aufgaben (Bereich Quantenoptik)

**Wärmestrahlung:**  
Wiensches Verschiebungsgesetz, Stefan-Boltzmann

**Fotoeffekt:**  
Bestimmung der Austrittsarbeit

**Comptoneffekt:**  
Wellenlängenänderung, Impuls eines Photons

**Heisenbergsche Unschärferelation:**  
Wellenlänge eines massiven Teilchens (Materiewellen)



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg


## Klausur analog Aufgabe 6.3.5-4

Jemand möchte mit Murmeln ( $m = 25 \text{ g}$ )  
Beugungsexperimente am Spalt durchführen.  
Welche Geschwindigkeit müssen die Murmeln aufweisen,  
damit ihre Wellenlänge mit der Spaltbreite von  $1 \text{ mm}$   
übereinstimmt?

Lösung: Wellenlänge  $\lambda \sim 1 \text{ mm} = \text{Spaltbreite}$

Wellenlänge eines  
materiellen Teilchens:  $p = h/\lambda$   $p = \frac{m \cdot v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$\lambda = 1 \text{ mm} \Rightarrow p = h/\lambda = m v$ , falls  $v \ll c$   
 $v = h / \lambda m = 2.6 \cdot 10^{-29} \text{ m/s}$   
für:  $\Delta x = 1 \text{ m} \Rightarrow \Delta t = 1 \text{ m} / v = 4 \cdot 10^{28} \text{ s}$



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg


## Aufgabe 3 (Bereich Wellen)

**Intensität + Dezibel:**

Für ein Glasfaserkabel zur Nachrichtenübertragung sei bekannt,  
dass der Intensitätsverlust  $\lambda = 0.25 \text{ dB/km}$  beträgt.

Auf welcher Strecke sinkt demnach die Intensität auf ein Drittel  
der Anfangsintensität  $I_0$ ?

Idee:  $L_1 = \lambda \cdot s$   
mit  $\lambda$  : Intensitätsverlust pro Strecke,  $s$  : Strecke  
für  $I = I_0/3$ :  $L_1 = 10 \log(I_0/3 / I_0) = -4.77$   
 $\rightarrow$  auflösen nach  $s = L_1 / \lambda = 19 \text{ km}$



Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg

## Aufgabe 4: SS 2003 - Zusatz


In einem schalltoten Raum erzeugt eine Schallquelle in 3.2 m Abstand einen Schallintensitätspegel vom 55 dB. Berechnen Sie unter Annahme kugelförmiger Wellenausbreitung:

- die Schall-Leistung der Schallquelle,
- den Schallintensitätspegel in 5 m Abstand!

Lösung:  $I = P / A$ , Kugeloberfläche:  $A = 4 \pi \cdot r^2$

a)  $P = 4 \pi r^2 I$ ,  $L_I = 10 \cdot \log(I / I_0) = 55 \text{ dB}$   
 $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  : Hörschwelle  
 $P = 4 \pi r^2 I_0 10^{55/10} = 4.07 \cdot 10^{-5} \text{ W}$

b)  $P = P' = I' \cdot A' \rightarrow I' = I \cdot A / A' = I \cdot r^2 / r'^2$   
 $L_{I'} = 10 \log( (r/r')^2 \cdot I / I_0 ) = 51.1 \text{ dB}$



Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg

## Aufgabe 5 (Bereich Wellenoptik)

**Interferenz an dünnen Schichten:**

Welche Wellenlängen des sichtbaren Lichts werden durch eine 600 nm dicke Schicht aus Glas (Brechzahl 1.62) im reflektierten Licht ausgelöscht?

Der Einfallswinkel betrage 40°.

Vorsicht: Unterschiedliche Formeln für reflektiertes und durchgelassenes Licht!

Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg

## Dünne Schicht

Interferenzbedingung:

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} = \begin{cases} (m + \frac{1}{2})\lambda \\ m\lambda \end{cases}$$

- Verstärkung  
- Auslöschung (oberhalb)


Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg

## Aufgaben (Bereich Geom. Optik)

### Linsen-Abbildung + Vorzeichenkonvention

**Brennweite**  
aus Krümmungsradien und Brechungsindex  
für unterschiedliche Linsentypen,  
speziell eine Seite plan ( $r = \infty$ )

**Bildweite**  
aus Abbildungsgleichung




Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg

## Aufgabe 6: SS 2003 - Zusatz

### Linsen-Abbildung + Vorzeichenkonvention

Berechnen Sie die Brechkraft einer dünnen konkav-konvexen Linse, deren Krümmungsradien 10 und 7 cm betragen ( $n = 1.72$ )?

**Lösung:**  
 Linsenschleiferformel  $D = 1/f = (n-1) \cdot (1/r_1 - 1/r_2)$   
 Vorzeichen: konkav-konvexer Typ, innen dicker, z.B. )) mit  $r_1 = -10\text{cm}$  und  $r_2 = -7\text{ cm}$   
 $\rightarrow D = (1.72-1) ( -1/10\text{cm} + 1/7\text{cm} ) = 3.086\text{ dpt}$



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg

## Aufgabe 2 (Bereich Schwingungen)

### Federkraft + Resonanz:

Ein Jeep (Masse 2700 kg) mit defekten Stoßdämpfern senkt sich bei Zuladung von Personen und Gepäck (Masse 500 kg) um 6 cm.

So beladen fährt er über eine Wüstenpiste mit regelmäßigen Querwellen in 5 m Abstand

Bei welcher Geschwindigkeit wird den Insassen übel?

Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg

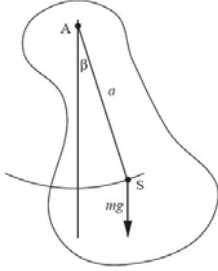
## Aufgaben zu Schwingungen

**Federpendel / Fadenpendel / Phys. Pendel:**

Kreisfrequenz  $\omega = 2\pi f$  :

*Federpendel:*  $\sqrt{k/m}$   
*Fadenpendel:*  $\sqrt{g/L}$   
*Phys. Pendel:*  $\sqrt{amg/J_A}$

z.B. Zylinder: am Rand aufgehängt  
 Radius  $a$  = Abstand S-A, Masse  $m$   
 $\rightarrow J_S = m a^2 / 2, J_A = J_S + m a^2$



$$\omega = 2\pi f = \sqrt{a m g / (m a^2/2)} = \sqrt{2g/3a}$$


Technische Universität  
Wissenschaften Hamburg

## Aufgabe 5 (Schwingungen)

Eine Schwingtür, die in Bezug auf ihre vertikale Drehachse das Trägheitsmoment  $16 \text{ kg m}^2$  besitzt, wird durch eine Torsionsfeder in ihre Ruhelage zurückgezogen. Hierbei gilt, dass das rücktreibende Moment proportional zum Auslenkungswinkel ist. Die Proportionalitätskonstante sei  $k = 50 \text{ Nm}$  (Winkelrichtgröße)

Wie groß muss der Abklingkoeffizient des Öldämpfers sein, damit sich die Tür nach dem Öffnen schnellstmöglich schließt, ohne sich über die Ruhelage hinauszubewegen?

Feder-Drehmoment:  $M = -k \beta, J d^2\beta/dt^2 = -k \beta$   
 $\Rightarrow \omega = \sqrt{k/J}$



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg


## Aufgabe 4 (Bereich Arbeit)

**Weg-Integration:**

Eine große Raumstation in der Form eines Rades mit vier Speichen rotiert zur Erzeugung einer künstlichen Gravitationskraft mit 2 Umdrehung pro Minute. In den Speichen befinden sich Aufzüge. Einer der Aufzüge (Masse 2500 kg) bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit in Richtung Drehzentrum.

Welche Arbeit muss der Antrieb auf der Strecke von 150 m vom Drehzentrum bis 50 m vom Drehzentrum leisten?

Zentrifugalkraft:  $F = m \omega^2 r \Rightarrow W = \int F dr$



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg

## Aufgabe 2: SS 2003 - Zusatz

**Dynamik + 2. Newtonsches Gesetz:**

Die resultierende Kraft auf einen Körper der Masse  $m$  sei  $F = F_0 - \cos(k t)$  ( $F_0, k$  Konstanten,  $t$  Zeit). Geben Sie die Teilchengeschwindigkeit als Funktion der Zeit an.

Lösung:  $r \leftrightarrow v \leftrightarrow a$   
 Newton:  $F = m \cdot a, v = \text{Integral über } a$

---

$a = F / m = F_0/m - \cos(k t) / m$   
 $\rightarrow v(t) = F_0/m \cdot t - \sin(k t) / (k \cdot m) + c, c = \text{const.}$





## Aufgabe 6 (Bereich Kinematik)

### Integration + Anfangswert:

Bei einem Höppler Viskosimeter sei bekannt, dass die Geschwindigkeit der Stahlkugel, durch  $v(t) = v_L \cdot (1 - e^{-Pt})$  mit  $v_L = 10 \text{ cm/s}$  und  $P = 150 \text{ 1/s}$  beschrieben werden kann.

Wie groß ist ihre Beschleunigung zur Zeit  $0.015 \text{ s}$ ?  
Welche Strecke legt sie in den ersten  $0.015 \text{ s}$  zurück, wenn sie anfänglich ruhte?