

Abgabe der Lösungen:

10.11.2010

Aufgabe 5: Geräuschpegel (3 Punkte)

Der Geräuschpegel im leeren Hörsaal betrage 30 dB. Wenn der Kurs Physik III am 08.02.2011 die Abschlussklausur schreibt, so erhöhe sich durch das schwere Atmen und das Kratzen der Schreibgeräte der Pegel auf 48 dB (abgesehen von gelegentlichem Aufstöhnen). Berechnen Sie den Geräuschpegel, wenn ein Drittel der Studierenden nach Abgabe der Klausur den Hörsaal bereits verlassen hat. Nehmen Sie dabei an, dass jede(r) Studierende gleich viel zum Geräuschpegel beiträgt, die Aufsicht führenden ÜbungsleiterInnen jedoch nicht beitragen.

Aufgabe 6: Doppler-Effekt (8 Punkte)

- a) Ein Zuschauer eines Autorennens steht am Rande eines längeren geraden Stückes der Rennstrecke. Mit den Augen verfolgt er einen sich mit der Geschwindigkeit v_0 von links nähernden und dann nach rechts weiterfahrenden Rennwagen.
- (i) Wie groß ist die Frequenz f des wahrgenommenen Motorgeräusches in Abhängigkeit vom Winkel φ der Blickrichtung, wenn dieselbe bei ruhendem Fahrzeug f_0 beträgt? (2 Punkte)
 - (ii) Welche Abhängigkeit der Frequenz von der Entfernung d des Rennwagens vom Beobachter ergibt sich, wenn der Abstand im Moment des Vorbeifahrens gleich l ist? Man gebe f/f_0 für $d/l = 10, 2$ und 1 beim Annähern bzw. $d/l = 2$ und 10 beim Entfernen des Rennwagens mit $v_0 = 270 \text{ km/h}$ an. Schallgeschwindigkeit in Luft: $c = 340 \text{ m/s}$. (2 Punkte)
- b) Eine Signalquelle mit 1000 Hz fällt vom Dach eines 40 m hohen Hauses zu Boden. Bestimmen Sie den gehörten zeitlichen Verlauf (Formel und Skizze) für einen Beobachter auf der halben Höhe des Hauses, an dem die Signalquelle mit einem kürzesten Abstand von 5 m vorbei fliegt. Welche Frequenzen hört der Beobachter nach 1 s und unmittelbar vor dem Aufprall auf den Boden? Vernachlässigen Sie Reibung. (Schallgeschwindigkeit: siehe oben.) (4 Punkte)

Übungen zu den Theoretischen Ergänzungen zur Physik III

Aufgabe E3: Verknüpfung von Lorentz-Transformationen (4 Punkte)

Das Inertialsystem IS' bewege sich relativ zum Inertialsystem IS mit der Geschwindigkeit v_1 in x -Richtung. Ein weiteres Inertialsystem IS'' bewege sich relativ zu IS' mit der Geschwindigkeit v_2 in x -Richtung.

- a) Berechnen Sie mit Hilfe der Lorentz-Transformationen von IS nach IS' und von IS' nach IS'' die Transformation von IS nach IS'' . Zeigen Sie, dass es sich wieder um eine Lorentz-Transformation handelt, und bestimmen Sie die zugehörige Relativgeschwindigkeit v_3 . (3 Punkte)
- b) Für eine Lorentz-Transformation mit Geschwindigkeit v in x -Richtung definiert man die Rapidität θ durch

$$\tanh \theta = \frac{v}{c}.$$

Zeigen Sie, dass sich bei einer Verknüpfung von Lorentz-Transformationen wie in (a) die Rapiditäten addieren:

$$\theta_3 = \theta_1 + \theta_2.$$

(1 Punkt)