

# ÜBUNGEN ZUR KLASSISCHEN PHYSIK 1

WS 2023/24

10. Übungsblatt

22.01.2024

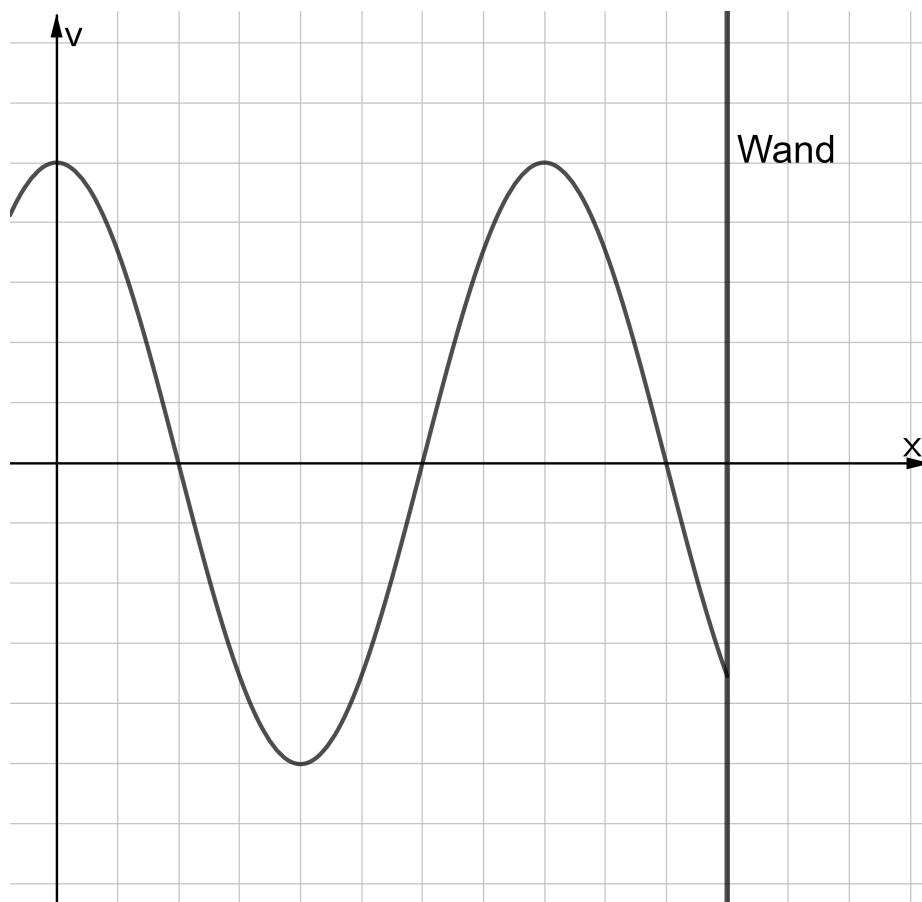
Aufgabenweise Abgabe in Gruppen von 2 bis 3 Personen bis **22.01.2024/12 Uhr** über WueCampus. Bei jeder Aufgabe die Gruppennamen auf die erste Seite der Abgabe **und** in den Dateinamen schreiben!

Ergebnisse als Funktion der gegebenen Größen angeben!

**Aufgabe 10.1: Reflexion** ..... (5 Punkte)

Eine von links einlaufende Schallwelle wird an einer ideal reflektierenden Wand reflektiert.

- (2 P) a) In der Abbildung ist die Geschwindigkeitsfunktion zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  der einlaufenden Schallwelle  $v_e(x, 0)$  dargestellt. Zeichnen Sie die Geschwindigkeitsfunktionen der reflektierten Welle  $v_r(x, 0)$  und der resultierende Welle  $v_\Sigma(x, 0)$  ein. Keine Rechnung! Nutzen Sie verschiedene Farben.



- (2 P) b) Stellen Sie die Geschwindigkeitsfunktionen der einlaufenden  $v_e(x, t)$  und der reflektierten  $v_r(x, t)$  Schallwelle für  $x < s$  und beliebige Zeiten auf. Zum Zeitpunkt  $t = 0$  befindet sich bei  $x = 0$  ein Maximum der in positiver x-Richtung einlaufenden Welle. Die Wand befinde sich bei  $x = s$ . Nehmen Sie die Amplitude, die Kreisfrequenz und die Wellenzahl der einlaufenden Welle als gegeben an.
- (1 P) c) Berechnen Sie die resultierende Welle. Nutzen Sie ein geeignetes Additionstheorem, so dass Ihr Ergebnis nicht die Summe trigonometrischer Funktionen enthält. Wie bezeichnet man das sich ergebende physikalische Phänomen?

# ÜBUNGEN ZUR KLASSISCHEN PHYSIK 1

WS 2023/24

10. Übungsblatt

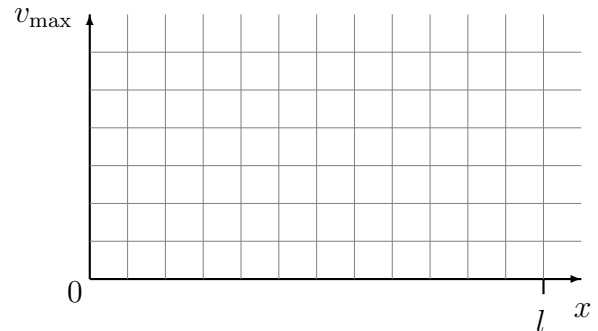
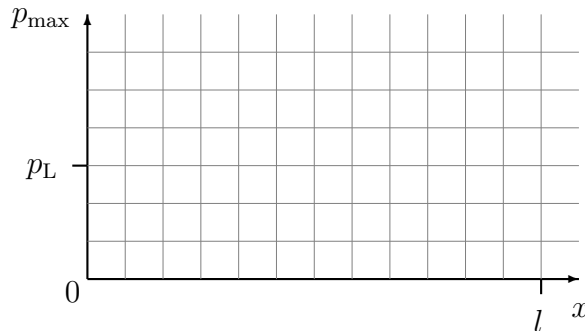
22.01.2024

## Aufgabe 10.2: Töne aus dem Rohr ..... (6 Punkte)

Ein beidseitig offenes Rohr der Länge  $l$  wird bei Normaldruck  $p_L$  angeblasen. Es bildet sich eine stehende Welle aus und ein Ton entsteht.

(1 P) a) Skizzieren Sie den maximalen Druck  $p_{\max}$  als Funktion der Position im Rohr für die Grundschwingung und den ersten Oberton.

(1 P) b) Skizzieren Sie die maximale Geschwindigkeit  $v_{\max}$  als Funktion der Position im Rohr für die Grundschwingung und den ersten Oberton.

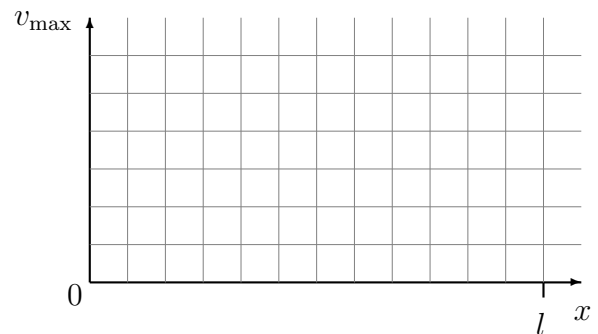
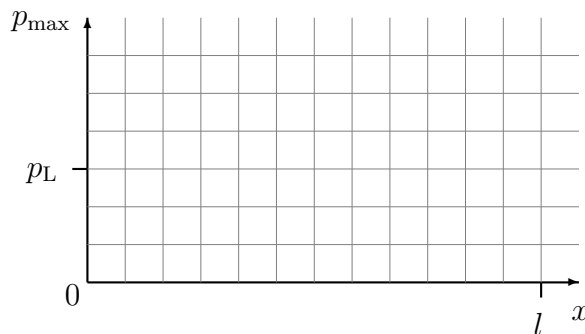


(1 P) c) Bestimmen Sie die Frequenz des Tons in der Grundschwingung und des 3. Obertons. Die Schallgeschwindigkeit beträgt  $c$ .

Ein einseitig offenes Rohr der Länge  $l$  (offenes Ende bei  $x = l$ ) wird bei Normaldruck  $p_L$  angeblasen. Es bildet sich eine stehende Welle aus und ein Ton entsteht.

(1 P) d) Skizzieren Sie den maximalen Druck  $p_{\max}$  als Funktion der Position im Rohr für die Grundschwingung und den ersten Oberton.

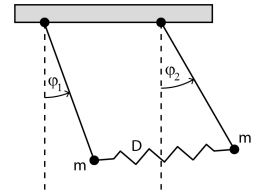
(1 P) e) Skizzieren Sie die maximale Geschwindigkeit  $v_{\max}$  als Funktion der Position im Rohr für die Grundschwingung und den ersten Oberton.



(1 P) f) Bestimmen Sie die Frequenz des Tons in der Grundschwingung und des 3. Obertons. Die Schallgeschwindigkeit beträgt  $c$ .

**Aufgabe 10.3:** *Gekoppelte Pendel* ..... (3 Punkte)

Betrachten Sie die beiden gekoppelten, gleichartigen mathematischen Pendel aus Aufgabe 9.3. Für kleine Auslenkungen der Pendel ergeben sich die Eigenfrequenzen  $\omega_A$  und  $\omega_B = \omega_A + \Delta\omega$  mit  $\Delta\omega > 0$ . Es wird eine schwache Kopplung der beiden Pendel betrachtet, so dass  $\Delta\omega$  klein ist.



Die allgemeine Lösung der gekoppelten Bewegungsgleichungen ist:

$$\varphi_1(t) = A \sin(\omega_A t + \delta_A) + B \sin((\omega_A + \Delta\omega)t + \delta_B)$$

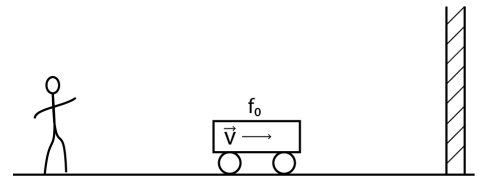
$$\varphi_2(t) = A \sin(\omega_A t + \delta_A) - B \sin((\omega_A + \Delta\omega)t + \delta_B)$$

Für die folgenden drei Anfangsbedingungen bestimmen Sie die zugehörigen Funktionen  $\varphi_1(t)$  und  $\varphi_2(t)$  und skizzieren diese.

- (1 P) a) Zum Zeitpunkt  $t = 0$  sind beide Pendel um  $\varphi_0 > 0$  ausgelenkt und werden losgelassen.
- (1 P) b) Zum Zeitpunkt  $t = 0$  sind beide Pendel ausgelenkt und werden losgelassen. Pendel 1 um  $\varphi_0 > 0$  und Pendel 2 um  $-\varphi_0$ .
- (1 P) c) Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist Pendel 1 um  $\varphi_0 > 0$  ausgelenkt, Pendel 2 in der Ruhelage und sie werden losgelassen. Wie bezeichnet man das sich ergebende physikalische Phänomen?

**Aufgabe 10.4:** *Es tönt* ..... (4 Punkte)

Ein Signal mit der Eigenfrequenz  $f_0$  wird auf einem sich von Ihnen mit der Geschwindigkeit  $v \ll v_s$  entfernenden Wagen gespielt. Der Wagen fährt senkrecht auf eine ruhende Wand zu, an der der Schall verlustfrei reflektiert wird. Die Schallgeschwindigkeit beträgt  $v_s$ .



- (1 P) a) Bestimmen Sie die Frequenz der von der Wand reflektierten Schallwelle und die der Schallwelle, die Sie direkt vom Wagen aus erreicht.
- (2 P) b) Welche Frequenz  $f_b$  hat der von Ihnen wahrgenommene Ton? Bestimmen Sie die Zeitdauer  $T_b$ , in der der von Ihnen wahrgenommene Ton wieder die gleiche Lautstärke hat.
- (1 P) c) Sie bewegen sich mit der Geschwindigkeit  $w$  auf den Zug zu. Wie verändern sich die Ergebnisse aus der b)? Bestimmen Sie dazu die Verhältnisse  $T_c/T_b$  und  $f_c/f_b$ .