

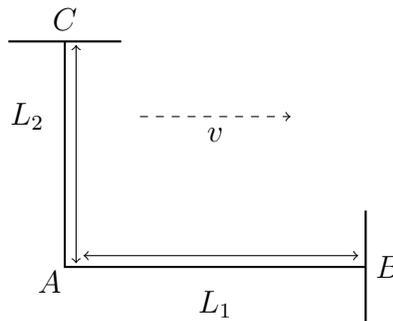
**Aufgabe 1** *Doppler-Effekt* (4 Punkte)

Betrachtet wird ein hupendes Auto, das Schallwellen mit einer Frequenz  $f_s$  aussendet, und ein Empfänger, der diese Wellen mit einer verschobenen Frequenz  $f_e$  empfängt. Die Wellen breiten sich mit der Geschwindigkeit  $u$  aus. Berechnen Sie  $f_e/f_s$  für folgende Situationen (alle Geschwindigkeiten seien kleiner als  $u$ ).

- a) Der Empfänger ist ein Passant, der am Straßenrand steht (Windstille), das Auto entfernt sich vom Passanten mit der Geschwindigkeit  $v_s$ .
- b) Das Auto bleibt stehen (immer noch Windstille), der Passant entfernt sich aber nun vom Auto mit der Geschwindigkeit  $v_e$ .
- c) Sowohl das Auto, als auch der Passant bleiben stehen, aber nun weht ein Wind mit Geschwindigkeit  $v_w$  vom Passanten in Richtung Auto.

**Aufgabe 2** *Michelson-Morley Experiment* (2 Punkte)

Am Ende zweier rechtwinklig zueinander angebrachten Arme mit Länge  $L_1$  bzw.  $L_2$  befinden sich Spiegel an den Punkten  $B$  bzw.  $C$ , die Licht zurück zum Ursprung  $A$  reflektieren (siehe Skizze). Es wird die Existenz eines ausgezeichneten Bezugssystems angenommen („Äther“), relativ zu dem sich Licht mit der Geschwindigkeit  $c$  ausbreitet. Die Anordnung bewege sich mit Geschwindigkeit  $v$  relativ zum Äther in Richtung der Linie  $AB$ . Berechnen Sie die Zeit  $t_{\parallel}$ , die das Licht für den Weg  $A \rightarrow B \rightarrow A$  parallel zum Äther braucht sowie die Zeit  $t_{\perp}$  für die Strecke  $A \rightarrow C \rightarrow A$  senkrecht zum Äther.



*Bitte wenden !*

**Aufgabe 3**      *Transformation zwischen Inertialsystemen*      (4 Punkte)

Gegeben seien zwei Inertialsysteme  $I$  und  $I'$ , wobei sich der Ursprung von  $I'$  von  $I$  aus gesehen mit der Geschwindigkeit  $v_1$  in  $x$ -Richtung bewegt. In der Vorlesung wird gezeigt, dass der Zusammenhang der Raum-Zeit Koordinaten in  $I'$  mit denen in  $I$  von der Form

$$\begin{aligned}t' &= \gamma(v_1^2) \left( t + \frac{1 - \gamma^2(v_1^2)}{\gamma^2(v_1^2)v_1^2} v_1 x \right) \\x' &= \gamma(v_1^2)(x - v_1 t)\end{aligned}$$

ist, wo die Funktion  $\gamma(v^2)$  noch zu Bestimmen ist. Betrachten Sie dazu die Transformation in ein weiteres Inertialsystem  $I''$ , dessen Ursprung sich von  $I'$  aus gesehen mit der Geschwindigkeit  $v_2$  bewegt. Bestimmen Sie die Funktion  $\gamma(v^2)$  als Funktion einer Konstanten  $K$ . Gehen Sie von der Beobachtung aus, dass sich der Ursprung von  $I''$  von dem ursprünglichen System  $I$  aus gesehen mit einer Geschwindigkeit  $v_3$  bewegt und zeigen Sie daraus, dass

$$\frac{1 - \gamma^2(v^2)}{\gamma^2(v^2)v^2} = \text{const.} \equiv K$$

gelten muss.