1 The coordinates (ct, x, y, z) and (ct', x', y', z') in two inertial frames S and S' respectively are related by

$$t' = (\cosh\lambda)t - (\sinh\lambda)c^{-1}x \tag{1a}$$
$$x' = -(\sinh\lambda)c\,t + (\cosh\lambda)x \tag{1b}$$
$$y' = y \tag{1c}$$
$$z' = z\,, \tag{1d}$$

for a real number λ. Show that this defines a Lorentz transformation. If the origin in S' has speed V in S, what is V in terms of λ? A particle has 3-velocity $(a, b, 0)$ as measured in S and $(a', b', 0)$ as measured in S'. Find the relation between these 3-velocities in terms of λ. A light ray γ in S lies in the plane $z = 0$ and makes an angle α with the positive x-axis. Show that γ lies in $z' = 0$ in S'. Show that, if γ makes an angle α' with the positive x'-axis then $\tan(\alpha')/\tan(\alpha)$ is a function of V and $\cos\alpha$, which should be found.

2 Betrachte folgende Liste je zweier Ereignisse p, q.

- p = Explosion der Supernova 1987A
  q = Geburt von Albert Einstein in Ulm
- p = Explosion der Supernova 1987A
  q = Tod von Jacques Albrespic in Tours
- p = Explosion der Supernova 1987A
  q = Tod von Richard Feynman in Los Angeles
- p = Explosion der Supernova 1987A
  q = Geburt von Lucy (Australopithecus afarensis)

Kann p die Ursache für q sein? oder umgekehrt?
Hinweis: Daten stehen auf `http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite`.

3 **Zeitdilatation**:
Gegeben sei ein inertialer Beobachter X mit Vierergeschwindigkeit u. Ein weiterer inertialer Beobachter X' habe die Vierergeschwindigkeit w. Berechne die Schnittpunkte der Ebenen der Gleichzeitigkeit $t' =$ const von X' mit der Zeitachse von X. Bezeichne mit t die Zeitkoordinate dieser Schnittpunkte. Zeige dass $t = \gamma^{-1}t'$.

Berechne umgekehrt die Schnittpunkte der Ebenen der Gleichzeitigkeit $t =$ const von X mit der Zeitachse von X'. Bezeichne mit t' die Zeitkoordinate dieser Schnittpunkte. Zeige dass $t' = \gamma^{-1}t$.

Folgerung: Jeder der beiden Beobachter "sieht" die Zeit des anderen langsamer ablaufen (weil $\gamma^{-1} < 1$).

4 Gegeben sei ein lichtartiger Vektor k. Zeige: Im orthogonalen Komplement von k gibt es keine zeitartigen Vektoren, sondern nur raumartige Vektoren und eine Gerade lichtartiger Vektoren, nämlich jene die durch k selbst geht.