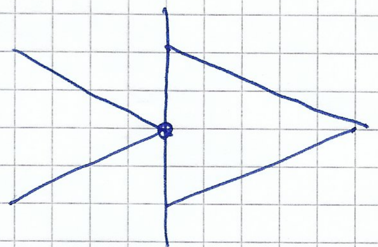
Hinweis

Die vorliegende Lösung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Lösung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt und eingereicht. Bei allem in einer anderen Farbe als dem üblichen Blau handelt es sich in der Regel um Korrekturen von mir oder des Tutors. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:
https://www.physics-and-stuff.com/

Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Lösungen! Dies gilt ebenso für obengenannte Korrekturen.

Physik Blatt 12

Marvin Zander, [redacted]

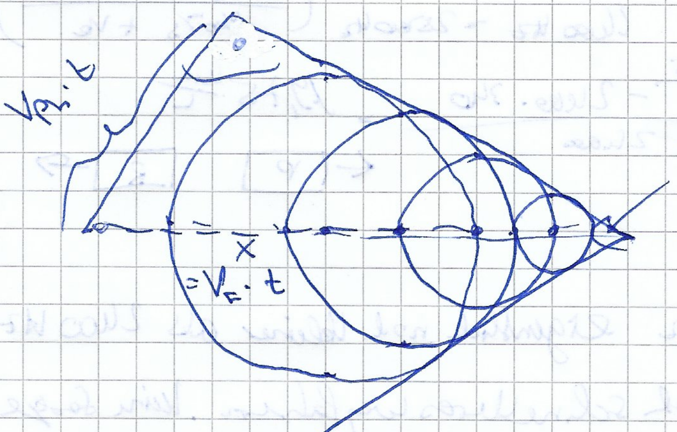
1) 

Es entsteht sowohl an der Spitze als auch am Heck ein Mach'scher Kegel. Wegen dem Durchbrechen der Schallmauer knallt es also vorne und hinten. Über den Zeitabstand kam man so auf die Länge des Flugzeugs kommen.

$t = 1/8\,s \Rightarrow l = 340\,m/s \cdot 1/8 \cdot s = 42{,}5\,m$ f

$\sin(42°)$

2/4

2) a) 

$h = 4610\,m$

$v = 1800\,km/h \mathrel{\hat=} 500\,m/s$

$$\sin(\vartheta/2) = \frac{v_{Pl} \cdot t}{v_{Fl} \cdot t} \Leftrightarrow \vartheta = 2\sin^{-1}\left(\frac{v_{Pl}}{v_{Fl}}\right)$$

$$= 85{,}69° \text{ mit } v_{Pl} = 340\,m/s$$

b) $4610\,m = 340\,m/s \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{4610}{340} = 13{,}56\,s$ f

bis die Schockwelle ankommt.

2/4

3) a) $l = 300\,m$, $A = \frac{1}{100}\,m^2$, $\rho = 7874\,kg/m^3$, $k = 1{,}4 \cdot 10^{11}\,\frac{N}{m}$ (Vorlesung)

Gesamtmasse

$F = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g = \rho \cdot A \cdot l \cdot g$

(VL) $\Delta V = \frac{1}{k} \cdot \frac{F}{A} \cdot V \Leftrightarrow A \cdot \Delta l = \frac{1}{k} \cdot \frac{F}{A} \cdot A \cdot l$

$\Leftrightarrow \Delta l = \frac{1}{k} \cdot \frac{m \cdot g}{A} \cdot l \Leftrightarrow \Delta l = \frac{1}{k} \cdot \frac{\rho \cdot A \cdot l \cdot g}{A} \cdot l$

$\Leftrightarrow \Delta l = \frac{1}{k} \cdot \rho \cdot l^2 \cdot g \approx 0{,}04964\,m$ f

21,5/29

b)

1/6

4) $\nu = \nu_0 \left(\frac{v_{Ph} \pm v_E}{v_{Ph} \mp v_e} \right)$

$20\,km/h \mathrel{\hat=} \frac{25}{3}\,m/s \approx 8{,}33\,m/s$

a) $\nu_0 = 2500\,Hz$, $\nu = 2400\,Hz$

Fall 1: Bewegung aufeinander zu: $2400\,Hz = 2500\,Hz \left(\frac{340\,m/s + \frac{25}{3}\,m/s}{340\,m/s - v_e} \right)$

$\Leftrightarrow v_e = -\frac{2500 \cdot \frac{1045}{3} - 2400 \cdot 340\,m/s}{2400} = -82{,}25\,km/h$ ✓

Also in gleicher Richtung zum Räuber $\leftarrow \boxed{P} \quad \leftarrow \boxed{R}$

Fall 2: Voneinander weg: $2400\,Hz = 2500\,Hz \left(\frac{340\,m/s - \frac{25}{3}\,m/s}{340\,m/s + v_e} \right)$

$\Leftrightarrow v_e = \frac{2500 \cdot \frac{995}{3} - 2400 \cdot 340}{2400} = 19{,}75\,km/h$ ✓

$\leftarrow \boxed{P} \quad \boxed{R} \rightarrow$

b) Dann ist die Frequenz eigentlich noch kleiner als 2400 Hz

Im ersten Fall ⇒ noch schnelleres Wegfahren, keine Sorge

Im zweiten Fall wäre die Frequenz ohne Wind höher.

Dann könnte es passieren dass die Polizei langsamer in entgegengesetzte Richtung fährt und irgendwann sogar in die des Räubers.

Hier sollte er sich also Sorgen machen. ✓

c) Fall 1: $\nu = 2500 \left(\frac{340\,m/s - \frac{25}{3}\,m/s}{340\,m/s + 22{,}8472} \right) = 2285{,}17\,Hz$ ✓

5/5

Fall 2: $\nu = 2500 \left(\frac{340\,m/s + \frac{25}{3}\,m/s}{340\,m/s - 5{,}486\ldots} \right) = 2603{,}28\,Hz$

5) a) Da die Schiffe aus dem Kanal genau soviel Wasser verdrängen, wie sie wiegen, wird das zulässige Gesamtgewicht nicht überschritten. Nach dem $18000\,m^3$ verdrängt wurden gehen die Schiffe allerdings auf Grund. $\rho = 1000\,kg/m^3 \Rightarrow 18000 \cdot 1000 = 18.000\,t$

Es können also $>18.000\,t$ gehievt werden.

b) Der Wasserspiegel sinkt, weil vorher Wasser proportional zur Masse verdrängt wurde, beim Sinken allerdings nur noch pro Volumen Wasser verdrängt wird. Da dieses hohl ist, und Wasser in das Schiff läuft, sinkt der Spiegel wieder etwas.

3,5/4

6)
$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}$$

$$\varphi(x,t) = \varphi_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = -\varphi_0 \sin(kx-\omega t)\cdot k \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = -k^2 \varphi_0 \cos(kx-\omega t)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \omega \varphi_0 \sin(kx-\omega t) \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = -\omega^2 \varphi_0 \cos(kx-\omega t)$$

$$-k^2 \varphi_0 \cos(kx-\omega t) = \frac{1}{v^2}(-\omega^2)\varphi_0 \cos(kx-\omega t)$$

$$\Rightarrow \frac{\omega^2}{v^2} = k^2 \Leftrightarrow v^2 = \frac{\omega^2}{k^2} \Leftrightarrow v = \frac{\omega}{k}$$ ✓

2/2

b) $\Delta\varphi = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}$

$\varphi(\vec{r},t) = \varphi_0 \cos(\vec{k}\vec{r} - \omega t)$

$= \varphi_0 \cos(k_x x + k_y y + k_z z - \omega t)$

$\frac{\partial \varphi}{\partial(x,y,t)} = -k_{x,y,z}\varphi_0 \sin(k_x x + k_y y + k_z z - \omega t)$

$\frac{\partial^2\varphi}{\partial(x^2,y^2,z^2)} = -k_{x,y,z}^2 \varphi_0 \cos(k_x x + k_y y + k_z z - \omega t)$

$\Rightarrow \Delta\varphi = -\underbrace{(k_x^2 + k_y^2 + k_z^2)}_{k^2}\cos(\vec{r}\vec{k} - \omega t)$

$\frac{\partial\varphi}{\partial t} = \varphi_0 \omega \sin(\vec{r}\vec{k} - \omega t)$

$\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = -\omega^2\varphi_0 \cos(\vec{r}\vec{k} - \omega t)$

$\Delta\varphi = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} \quad \Rightarrow \quad \omega^2/v^2 = k^2 \Leftrightarrow v = \frac{\omega}{k}$ ✓

$|\vec{k}|$

4/4

6/6