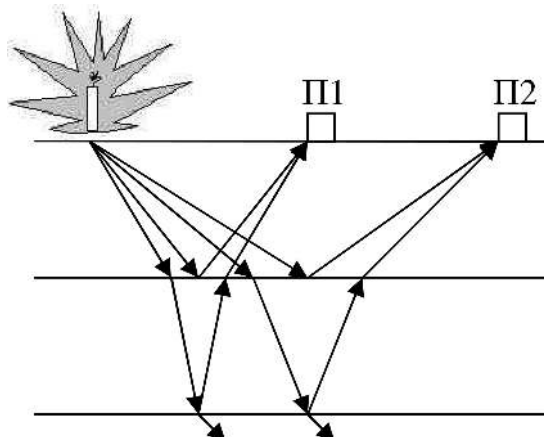


Сейсморазведка

Условие

Задача 3. «Сейсморазведка»

Для определения расположения полезных ископаемых в толще Земли используют метод сейсморазведки. Для этого в некотором месте на поверхности проводят взрыв – и от него во все стороны в толщу Земли распространяются звуковые волны. В каждой среде звуковые волны распространяются со своей скоростью v . Установленные на поверхности Земли звуковые приемники-микрофоны П1, П2 и т.д. принимают эхо, отраженное от границ слоев – осуществляют эхолокацию. При попадании на границу раздела двух сред происходит отражение звуковой волны, причем закон отражения звуковых волн аналогичен закону отражения света: угол падения равен углу отражения



$$\varphi_{\text{пад}} = \varphi_{\text{отр}}$$

При попадании на границу раздела двух сред, в первой из которых волна распространяется со скоростью v_1 , а во второй со скоростью v_2 , звуковая волна испытывает преломление, причем закон преломления звуковых волн аналогичен закону преломления света

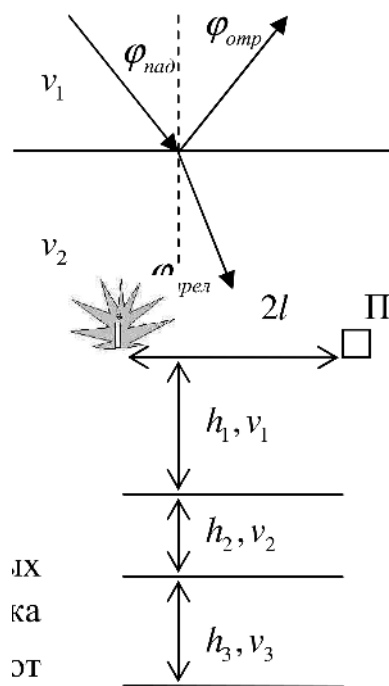
$$\frac{\sin \varphi_{\text{пад}}}{v_1} = \frac{\sin \varphi_{\text{прел}}}{v_2}.$$

Для малых углов падения закон преломления упрощается

$$\frac{\varphi_{\text{пад}}}{v_1} = \frac{\varphi_{\text{прел}}}{v_2}.$$

1. При помощи сейсморазведки исследуют недра Земли, в которых породы расположены в три слоя толщинами h_1, h_2, h_3 со скоростями звука v_1, v_2, v_3 соответственно. Динамит заложен на расстоянии $2l$ от приемника. Через какое время от начала взрыва к приемнику придет эхо от первой границы слоев, от второй границы, от третьей? Изобразите примерный график зависимости громкости звука I , регистрируемой микрофоном, от времени.

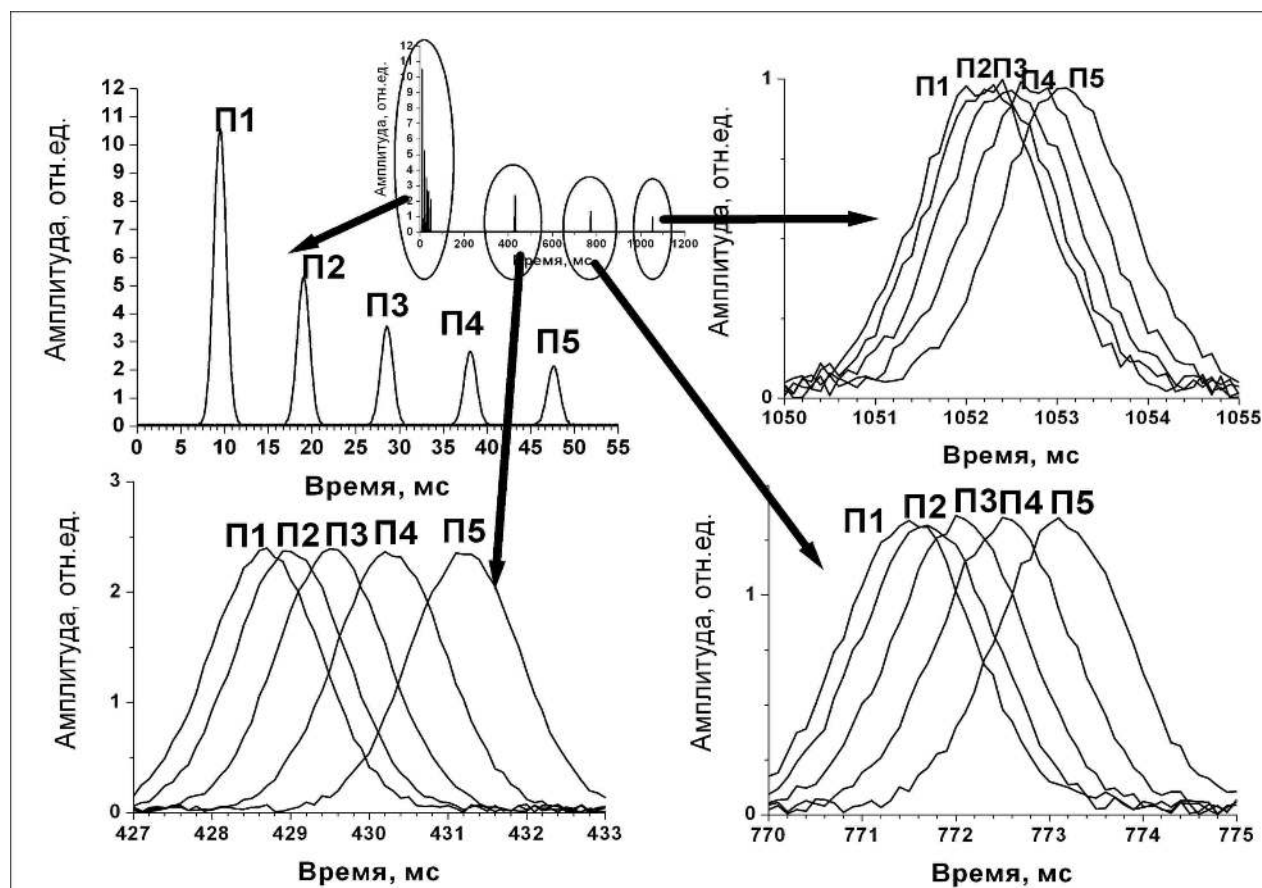
Считайте расстояние от места взрыва до акустического приемника много меньшим толщин слоев.



И
х
ка
эт

2. Для исследования недр Земли было установлено пять приемников П1,П2,П3,П4,П5 на расстояниях соответственно 40м, 80м, 120м, 160м, 200м от места взрыва. Зарегистрированные ими сигналы приведены на графике. Определите состав и толщины слоев земных недр. Скорость звука в различных породах приведена в таблице.

Вещество	Скорость звука, км/с
глина	3,5
гранит	5,4
железная руда	5,7
медная руда	4,7
мрамор	3,9
оловянная руда	3,3
песок	4,2



Примечание.

Примечание.

1. Очень удобно измерять углы не в градусах, а в радианах. Чтобы перевести угол из градусов в радианы, необходимо умножить его на 0,01745 — $\varphi(\text{рад}) = \varphi^\circ \cdot 0,01745$.

Для малых углов φ , измеренных в радианах, выполняются следующие соотношения

$$\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi \approx \varphi, \quad \cos \varphi \approx 1 - \frac{\varphi^2}{2}$$

2. Для малых величин $\xi \ll 1$ справедливы следующие соотношения

$$\frac{1}{1+\xi} \approx 1 - \xi, \quad \sqrt{1+\xi} \approx 1 + \frac{1}{2}\xi, \quad (1+\xi)^n \approx 1 + n\xi$$