



The background of the slide is a deep blue color with several sets of concentric, circular ripples. These ripples are centered around three distinct points, suggesting where water droplets have fallen. The ripples are most prominent in the foreground and middle ground, with some fading into the background. The overall effect is a sense of movement and vibration, which directly relates to the topic of mechanical waves.

# **Механични вълни**

# ВЪЛНОВИ ЯВЛЕНИЯ

**Вълна** – процес, при който трептенията се разпространяват в пространството с течение на времето.

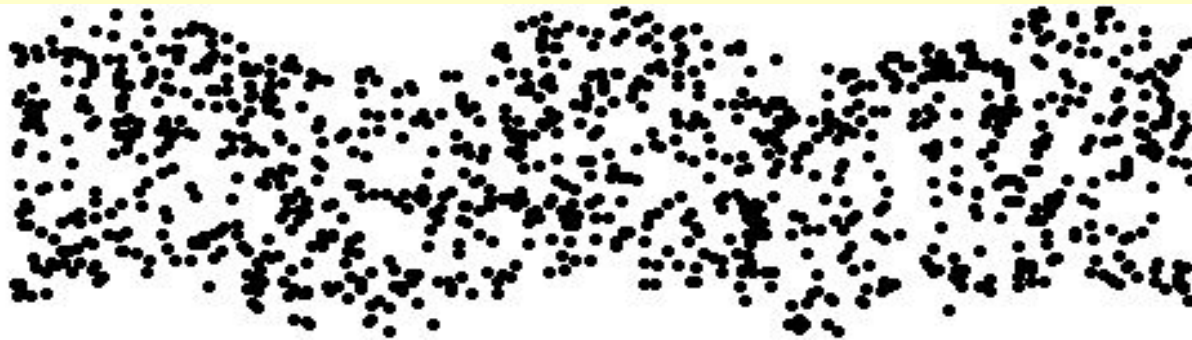
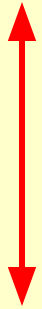
**Източник на вълна** – тяло или устройство, което предизвиква принудени трептения в среда.

**Механични вълни** – възникват вследствие на силите на еластичност и се разпространяват в твърда, течна и газова среда, но не и във вакуум.



# Напречна вълна

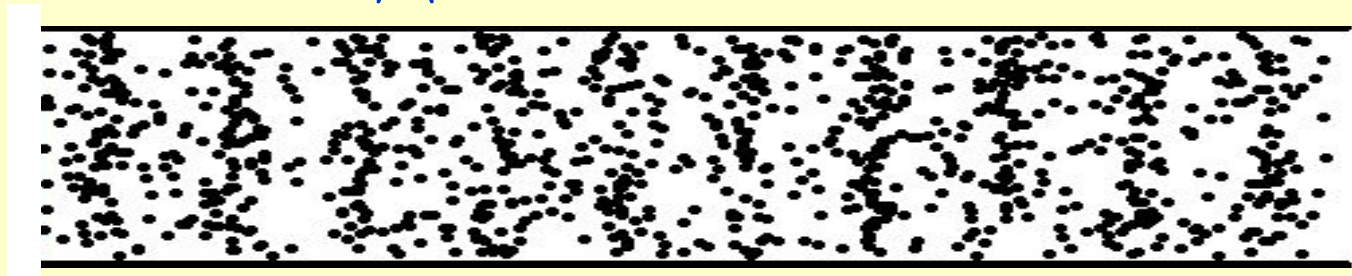
направление на  
трептене



направление на разпространение



# Надлъжна вълна



направлението на трептене съвпада с направлението на разпространение

# ХАРМОНИЧНА ВЪЛНА

Вълна, чийто източник извършва *хармонично* трептене, се нарича *хармонична*.

Характеристики:

**Период** ( $T$  - s); **Честота** ( $\nu$  - Hz);

**Дължина на вълната** ( $\lambda$  - m);

**Скорост на вълната** ( $u = \lambda/T$  или  $u = \lambda \cdot \nu$  - m/s);

**Енергия на вълната** – независимо от природата им всички вълни пренасят енергия без пренасяне на вещество.

# ВИДОВЕ ВЪЛНИ

Едномерна(линейна) хармонична вълна – разпространява се по едно направление.

Плоски вълни.

Сферични вълни.

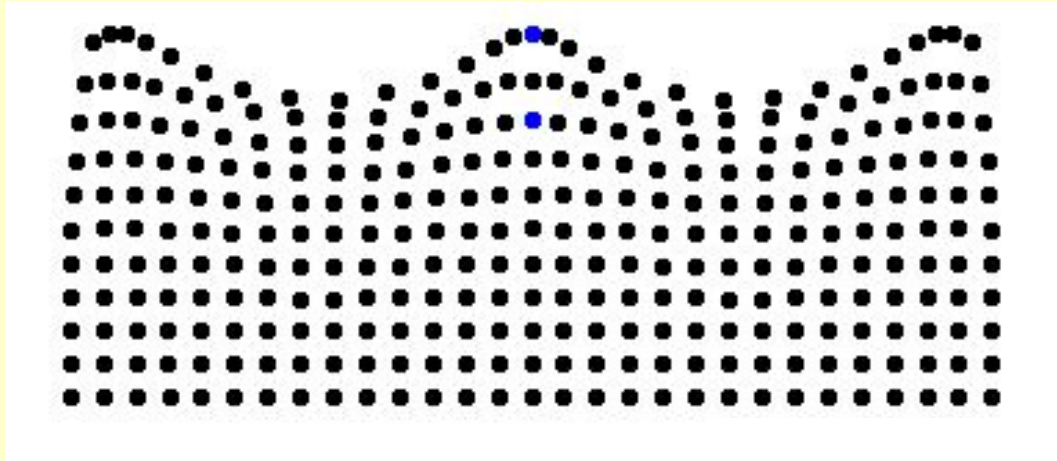
Напречни вълни.

Надлъжни вълни.

Цилиндрични вълни.

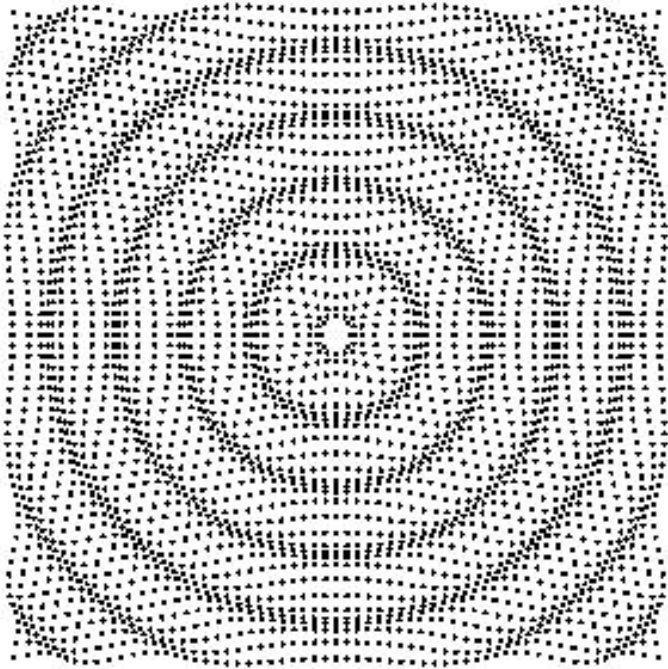
Сеизмични вълни.



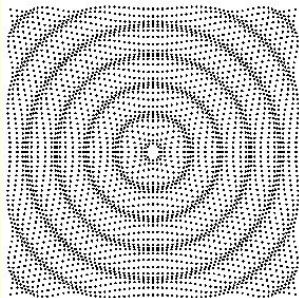


# Повърхностна вълна

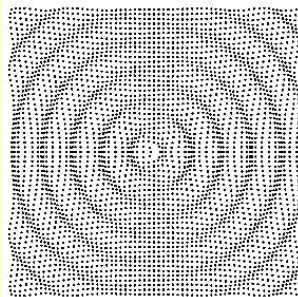
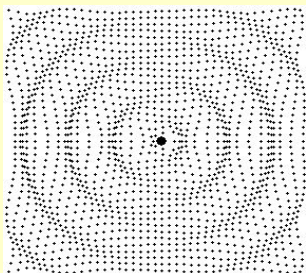
# Сферична вълна



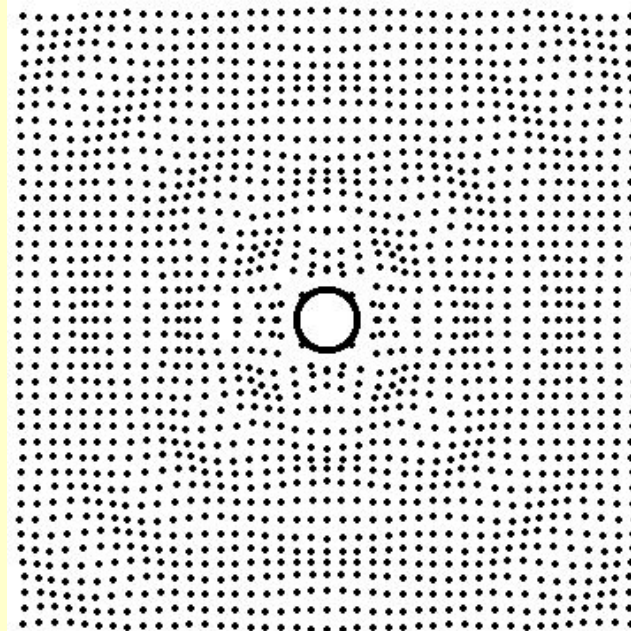
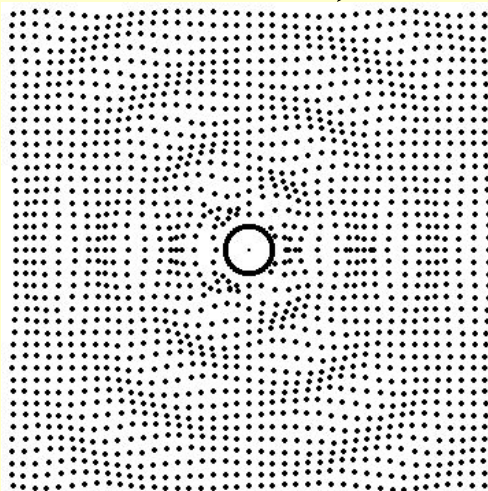
# Монопол



# Дипол



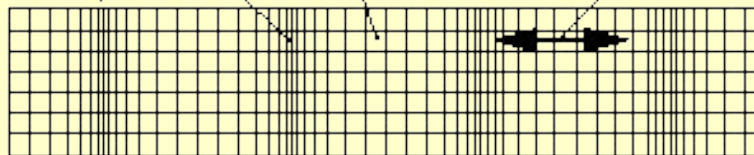
# Цилиндрични вълни



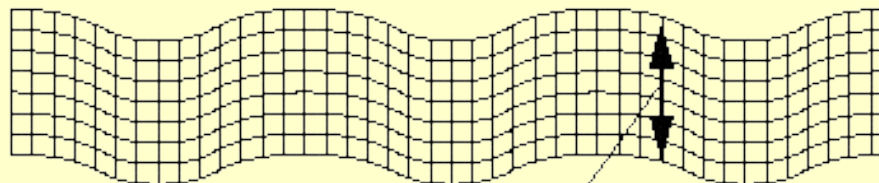


# Сеизмични ВЪЛНИ

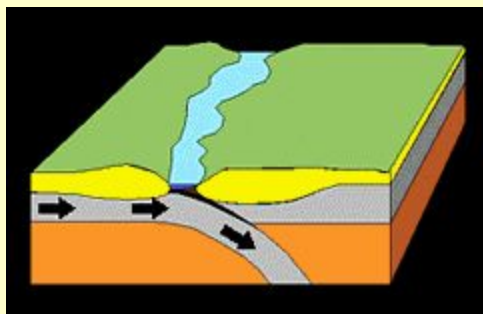
уплътнение разреждане  
направление на трептене



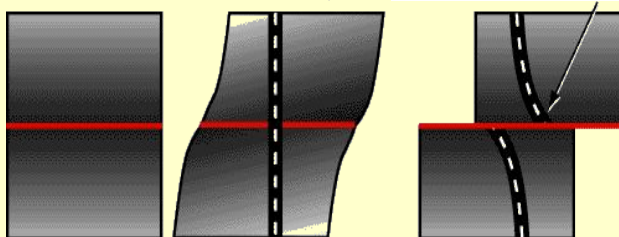
посока на разпространение на вълната



направление на трептене



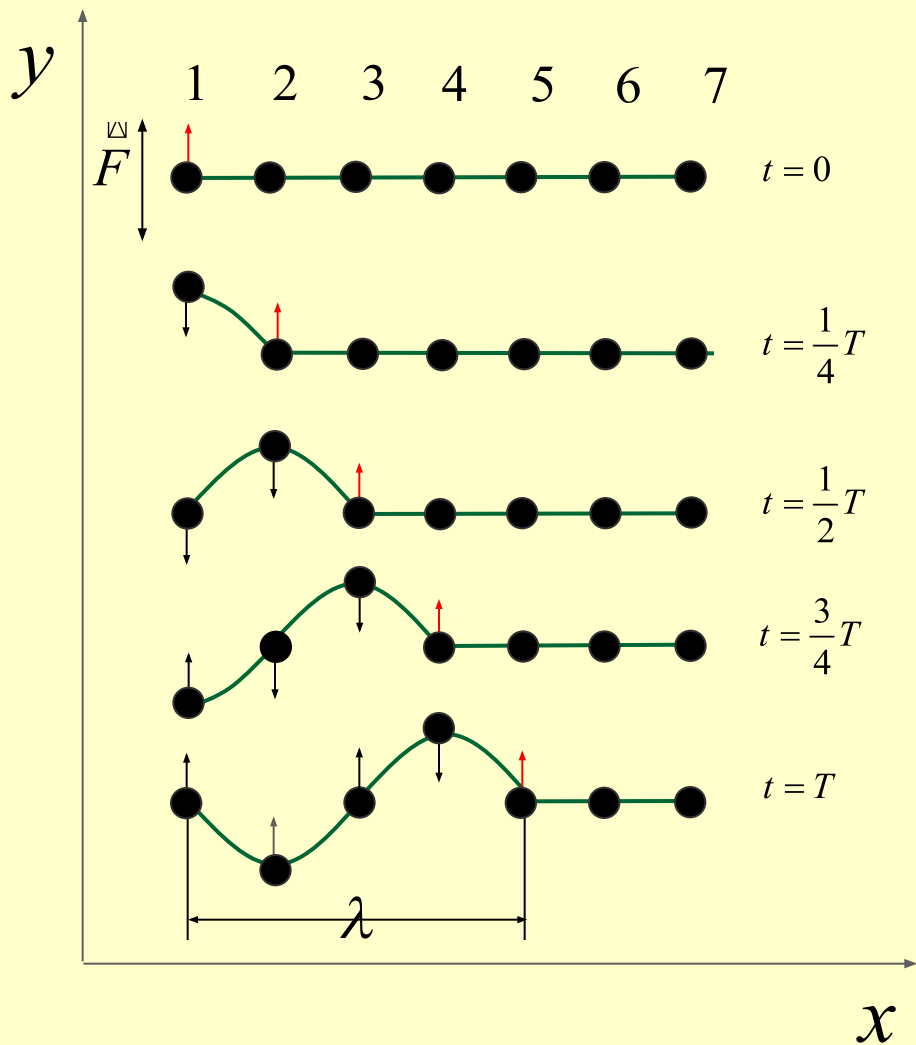
граница на еластичност



покой напрежение

освобождане  
на напрежението

# Възникване на напречна вълна



Разстоянието, на което се разпространява вълната за един период се нарича **дължина на вълната**  $\lambda$

**амплитуда**  $A$

**кръгова честота**  $\omega$

**линейна честота**  $\nu$

**скорост на разпространение**

$$u = \sqrt{E / \rho} \quad \text{надлъжна вълна}$$

напречна вълна  $u = \sqrt{G / \rho}$

вълна във флуид  $u = \sqrt{K / \rho}$

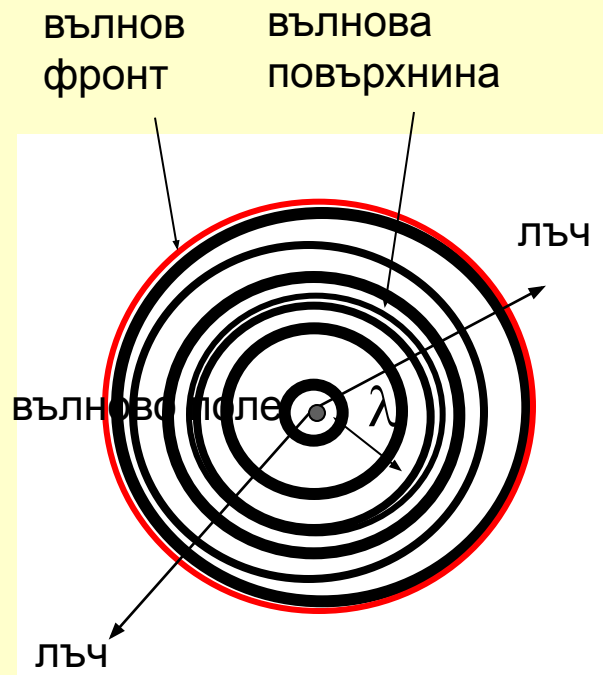
# Характеристики на вълновото поле

**Фронт на вълната** – съвкупността от точки, до които достигат трептенията или вълната в даден момент.

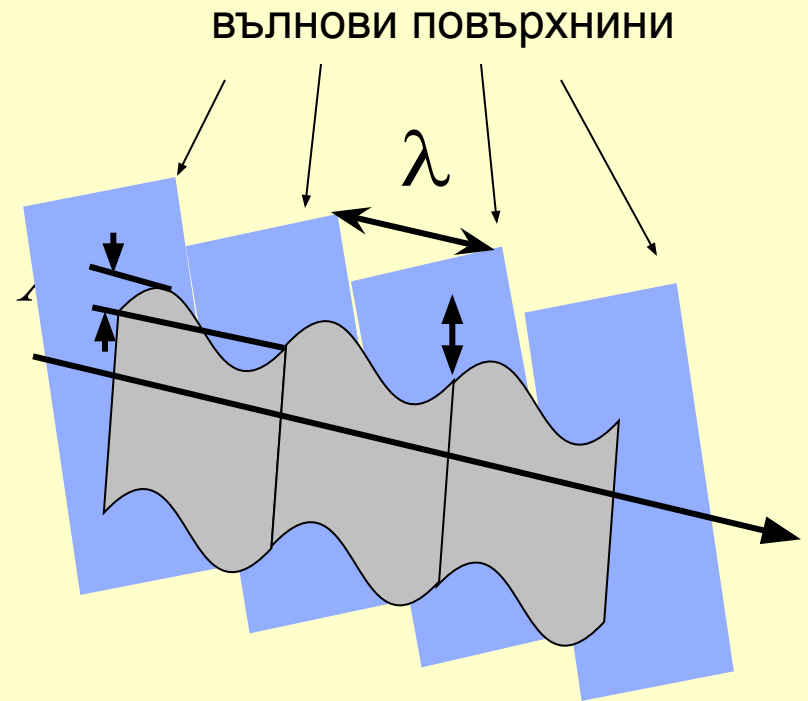
**Вълнови повърхности** – множеството от точки, до които вълните от източника достигат за еднакво време.

**Лъчи** – линиите, перпендикулярни на вълновите повърхности.

# Характеристики на вълновото поле



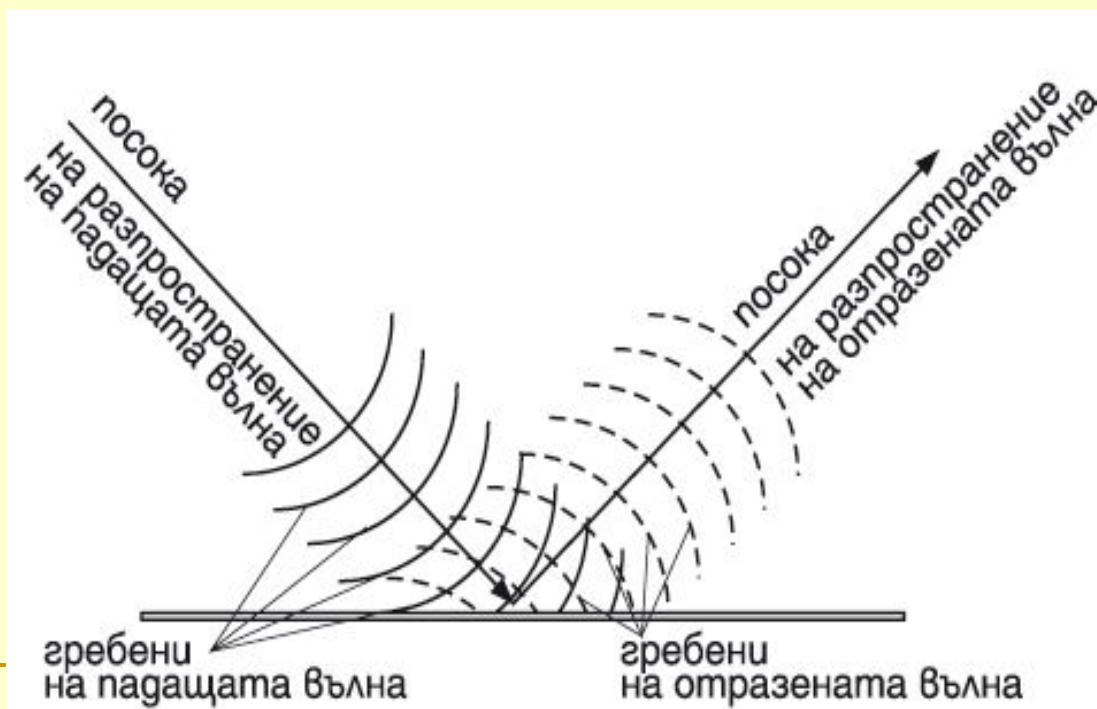
Сферична вълна



Плоска вълна

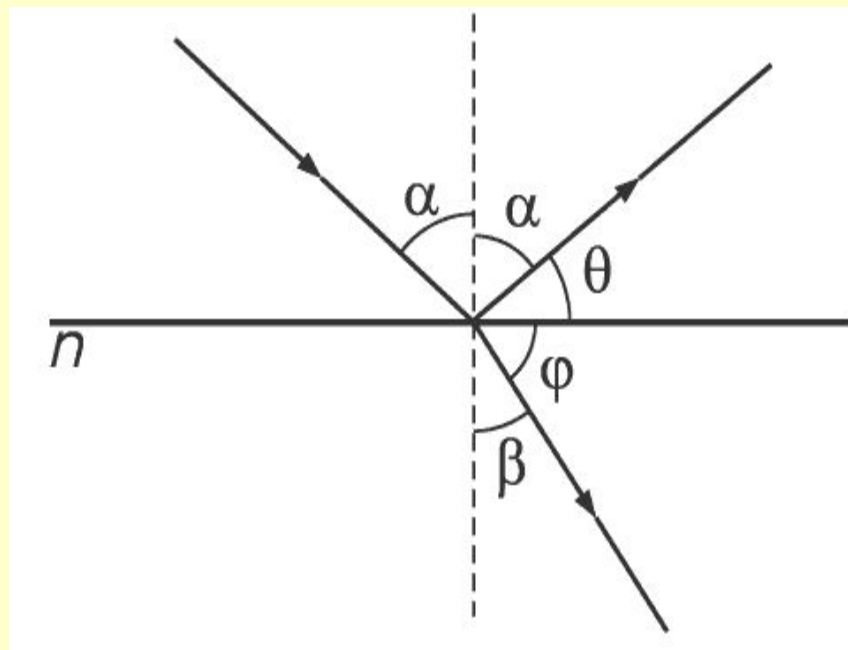
# ОТРАЖЕНИЕ НА МЕХАНИЧНИ ВЪЛНИ

■ Явление, при което механични вълни достигат до граница на средата, в която се разпространяват и предизвикват появата на нова вълна в същата среда, но с друга посока се нарича отражение.



# ОТРАЖЕНИЕ НА ВЪЛНИТЕ

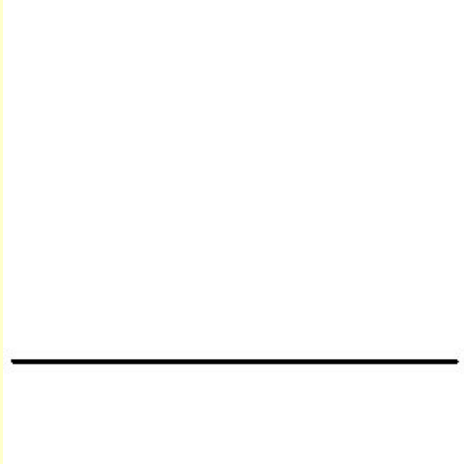
- $\alpha$  ъгъл на падане
- $\alpha'$  ъгъл на отражение



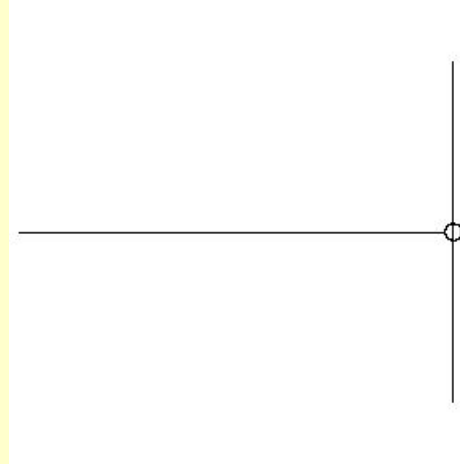
- Падащата и отразената вълна се разпространяват в една среда, имат еднаква  $u$ ,  $\lambda$  и  $\nu$ .

$$u = \lambda \cdot \nu$$

# Отражение на вълна от граница



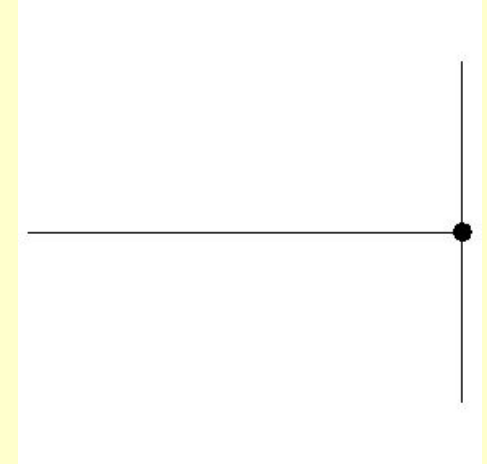
Разпространение на вълна в еднородна среда.



Отражение на вълна от среда с по-малка плътност (незакрепен край)

Падащата и отразената вълна имат еднакви  $\lambda, v, u$ .

Отразената вълна не се връща обърната. Няма загуба на полувайна.

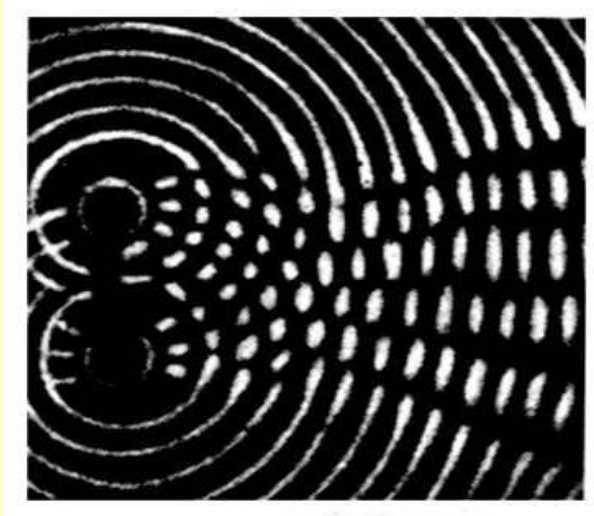


Отражение на вълна от плътна среда (закрепен край)

Отразената вълна се връща обърната, но има същата форма както падащата.

Отразената вълна губи половин дължина на вълната.

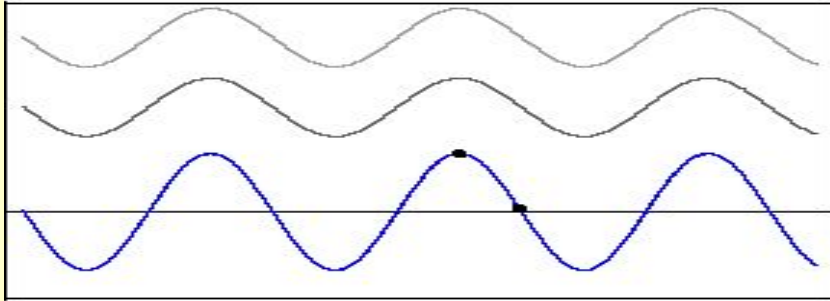
# ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ НА ВЪЛНИТЕ



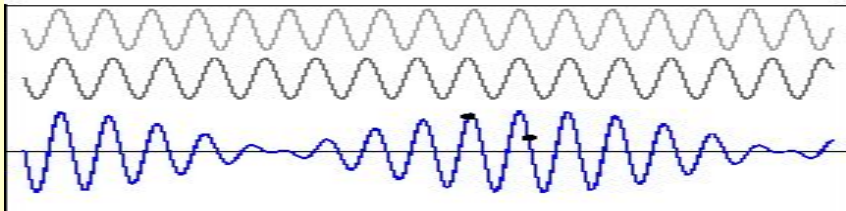
Явление, при което в резултат на наслагване на две или повече вълни, се получава увеличение на амплитудата на резултантната вълна в някои точки и намаление в други.



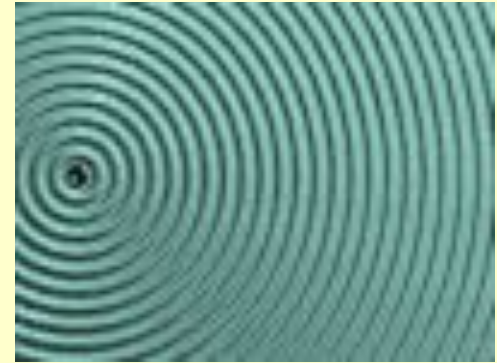
# Интерференция - пример



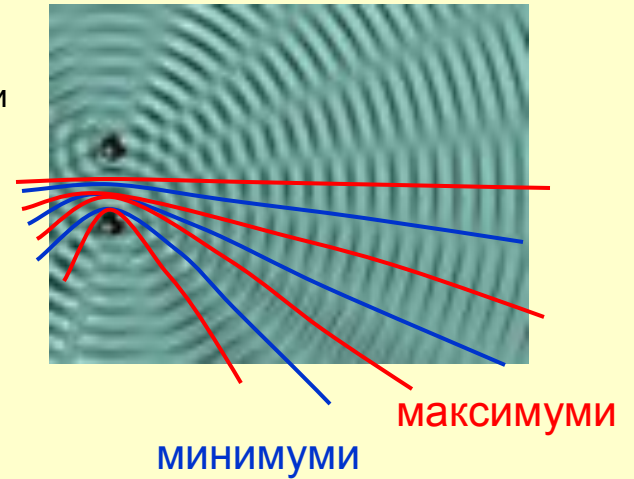
Две бягащи вълни (в светло и тъмно сиво) и резултатът от наслагването им в синьо. Двете черни точки са точки от средата, до които достигат вълните.



Единична бягаща вълна



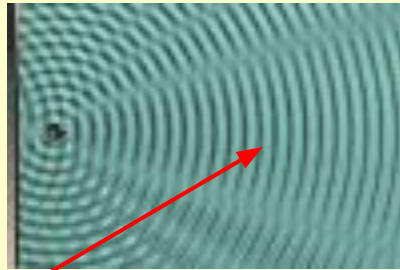
Две кохерентни бягащи вълни



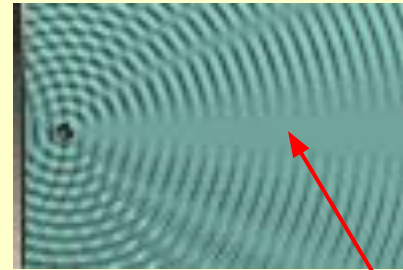
# Примери:

## Отражение, интерференция и дифракция на механични вълни

### 1. Отражение и интерференция на водна вълна от граница



максимална  
амплитуда



гасене на вълновия  
процес

### 2. Дифракция от процеп



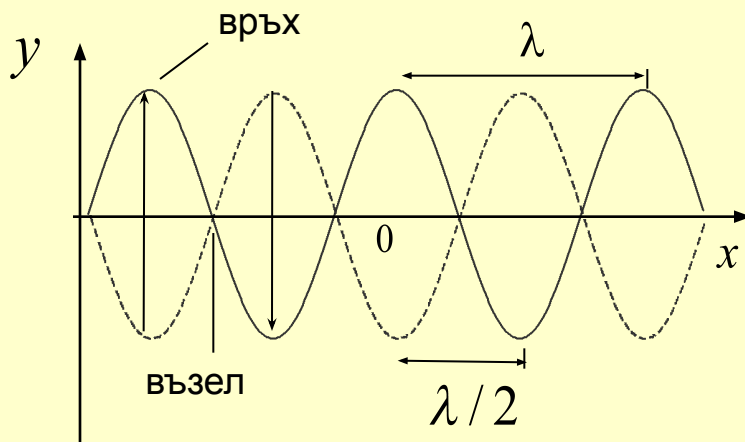
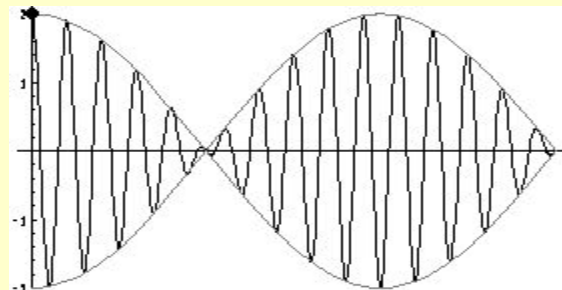
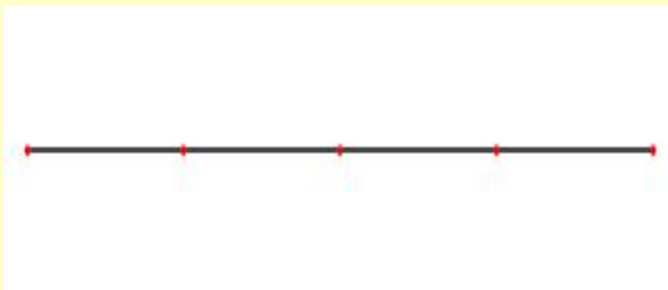
Процепът става източник  
на вторична, кохерентна с  
падащата, вълна.

# Стояща вълна

Стоящата вълна (стационарна вълна), е вълна, която остава в постоянно положение.

Тя възниква като резултат на интерференция между две вълни с еднакви  $\lambda$ ,  $\nu$ ,  $A$ , разпространяващи се в противоположни посоки.

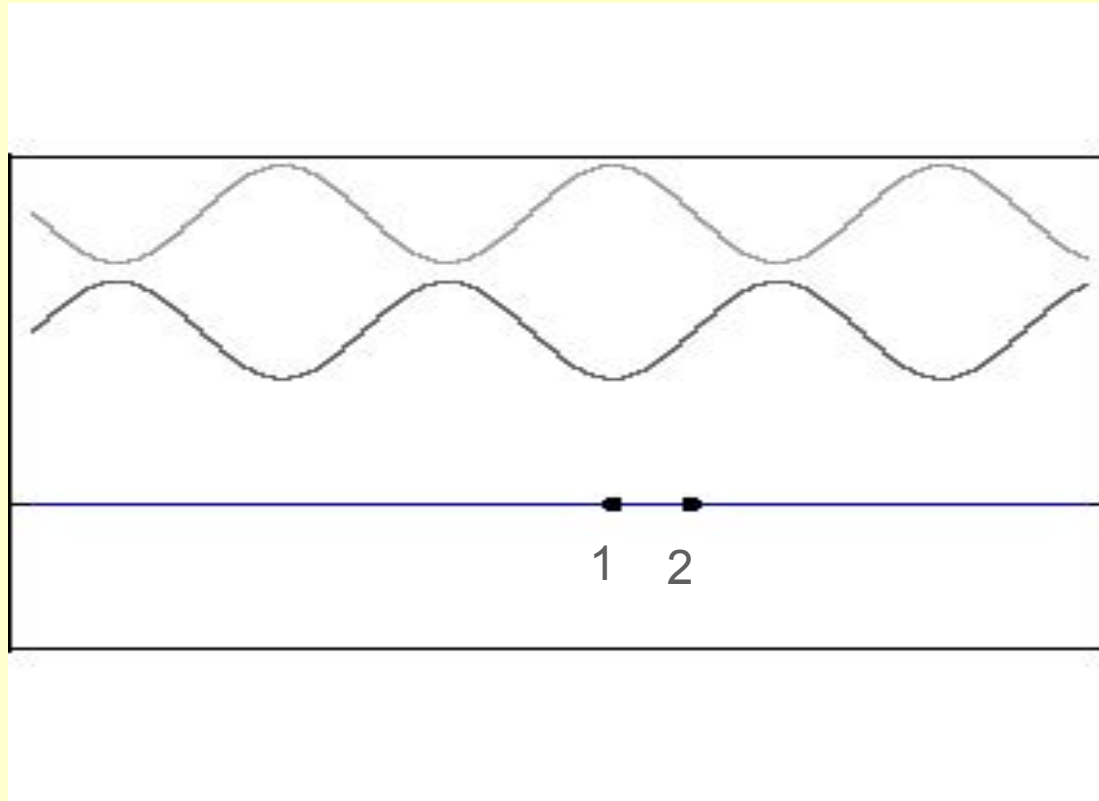
Стояща вълна в стационарна среда. Червените точки представят възлите на вълната.



$$\text{във връх: } A_s = 2A$$

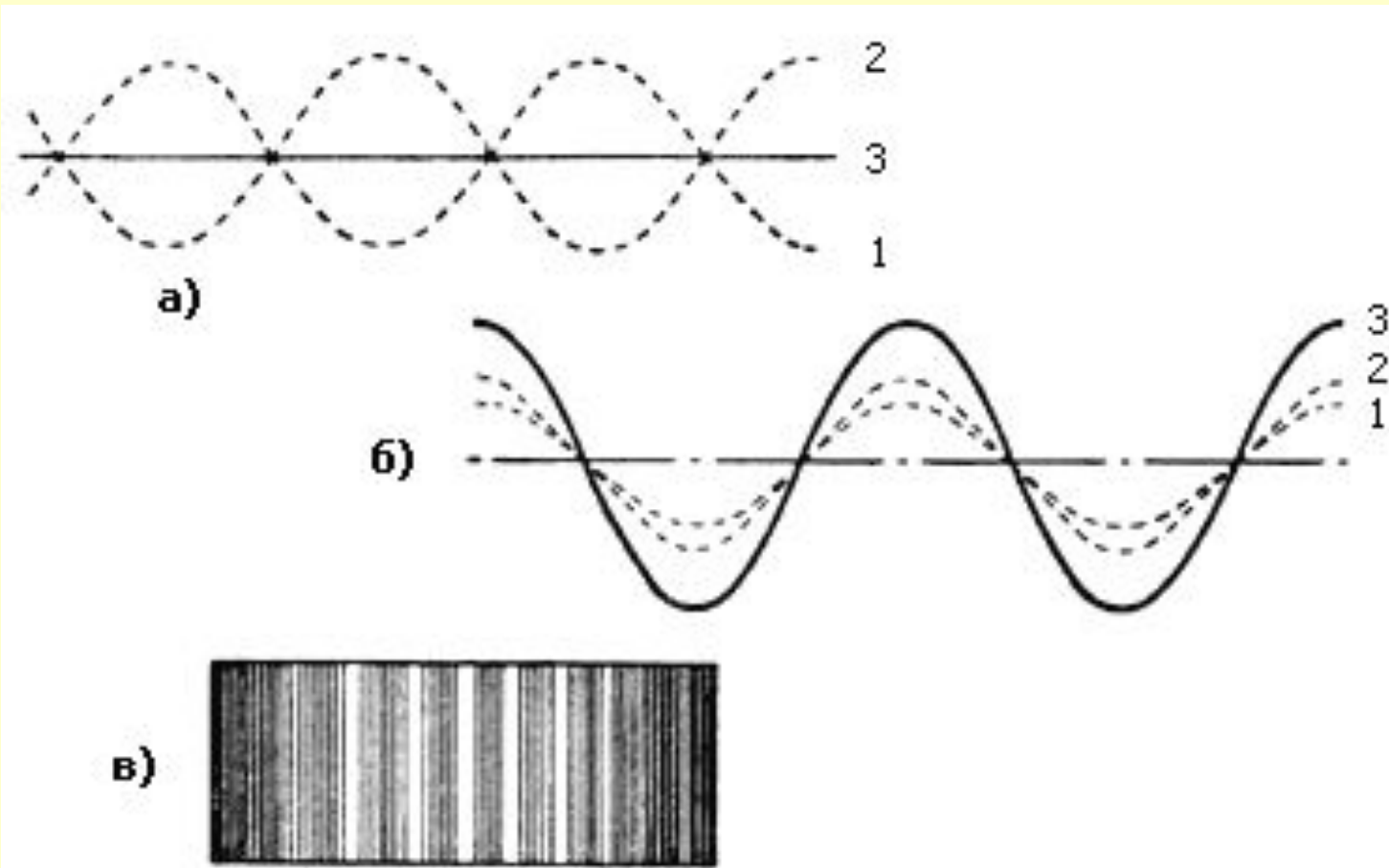
$$\text{във възел: } A_s = 0$$

# Пример



В коя от точките има връх и в коя – възел на стоящата вълна?

# СТОЯЩИ ВЪЛНИ

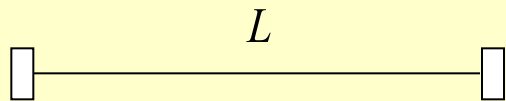


# Собствени трептения на ограничени среди

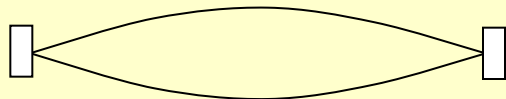
## а) Струна, закрепена в двата си края

### Условие за възникване на стояща вълна:

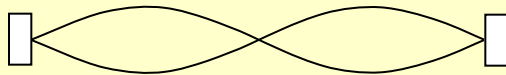
По дължината на струната ( $L$ ) да се нанасят цяло число дължини на стоящата вълна ( $\lambda_s$ ).



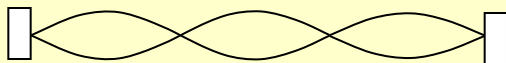
$$L = n\lambda_{s_n}; \quad n = 1, 2, \dots$$



$$n = 1; L = \lambda_{s1}$$



$$n = 2; L = 2\lambda_{s2}$$



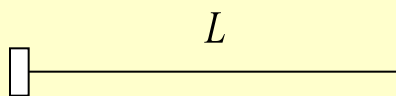
$$n = 3; L = 3\lambda_{s3}$$

# Собствени трептения на ограничени среди

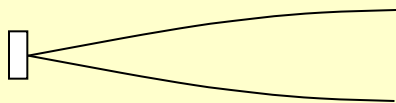
б) Струна, закрепена в единия край.

**Условие за възникване на стояща вълна:**

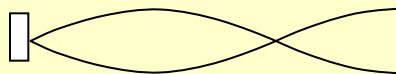
*По дължината на струната да се нанасят нечетно число половинки дължини на стоящата вълна*



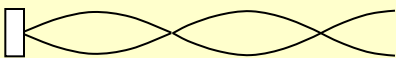
$$L = \frac{(2n-1)}{2} \lambda_{Sn}; \quad n = 1, 2, \dots$$



$$n = 1; L = \lambda_{S1} / 2$$



$$n = 2; L = 3\lambda_{S2} / 2$$



$$n = 3; L = 5\lambda_{S3} / 2$$

# Енергия на стоящата вълна

Частичите във възлите на стоящата вълна са в покой и затова през тях не се пренася енергия. Енергията „стои” на място и не се пренася по струната, като два пъти за един период кинетичната енергия се превръща в потенциална и обратно.





# Сравнение на бягаща и стояща вълна

## Бягаща вълна

- Всички частици трептят с еднакви амплитуди.
- Пренася енергия в пространството.

## Стояща вълна

- Всички частици между два съседни възела трептят с различна амплитуда.
- Не пренася енергия, защото падащата и отразената вълни носят еднаква енергия в противоположни посоки. Извършва се превръщане на:  $E_k \Leftrightarrow E_p$