

Урок 20

Тема урока:

Звуковые волны. Характеристики звука

Элементы содержания:

Распространение волн в упругой среде. Звуковые волны

Домашнее задание:

§ 47, прочитать, ответить на вопросы, стр. 139. Краткие итоги главы 6, прочитать, стр. 139.

Решить задачи: упр. 6 (1, 3), стр. 139.

Самостоятельная работа

1. Прочитать материал § 47, ответить на вопросы: стр. 139, используя презентацию как дополнительный материал и план изучения нового материала. Обратите внимание (выпишите в тетрадь) на понятия, законы, правила, определения:

- акустические волны;
- звуковые волны в различных средах;
- скорость звука.

Дополнительный материал

Мы живем в океане звуков. Человек с дефектом слуха – глухой человек – не знает, что такое музыка, не чувствует тепла голоса любимого друга, не обернется на сигнал автомобиля ...

Звуки, воспринимаемые человеческим ухом, являются одним из важнейших источников информации об окружающем мире. Шум моря и ветра, пение птиц, голоса людей и крики животных, раскаты грома, звуки движущихся машин, воспринимаемые человеческим ухом, позволяют легче адаптироваться в изменяющихся внешних условиях.

Музыкальный звук: свист, струнные музыкальные инструменты, пение, ...

Шум: дождь, толпа, море, ...

Музыкальный звук: простой **тон** – представляет собой гармоническое колебание; сложный тон – результат сложения нескольких простых тонов.

Колебания источника звука (например, струны или голосовых связок) вызывают в воздухе волны сжатия и разряжения (**продольные волны**).

Достигнув человеческого уха, звуковые волны заставляют барабанную перепонку совершать вынужденные колебания с частотой, равной частоте колебаний источника. Свыше 20 000 нитевидных рецепторных окончаний, находящихся во внутреннем ухе, преобразуют механические колебания в электрические импульсы. При передаче импульсов по нервным волокнам в головной мозг у человека возникают определенные слуховые ощущения. Слуховые ощущения у человека вызывают звуковые волны с частотой колебаний, лежащих в пределах от 16 Гц до 20 кГц.

Возраст	Дети	20 лет	35 лет	50 лет
Диапазон, Гц	16-22 000	16-20 000	16-15 000	16-12 000

Ухо:

а) чувствительность – воспринимает звук при давлении $p = 10^{-6}$ Па. Такое давление смещает барабанную перепонку на $\frac{1}{10}$ диаметра атома водорода;

б) избирательность (исключительная) – дирижер – звуки отдельных инструментов.

Скорость звука: в воздухе (0°C) - $331 \frac{м}{с}$; в воде - $1400 \frac{м}{с}$; в стали - $5000 \frac{м}{с}$.

Санитарная норма 30–40 дБ – громкость спокойной тихой беседы (30 дБ – предельно допустимый уровень шума в квартирах ночью – шум холодильника); 50 дБ – нормальный разговор; 90 дБ – тяжелый грузовик на расстоянии 5 м; 120 дБ – болевой порог. Защита от шума.

Технические, организационные и законодательные мероприятия для защиты людей, животных и объектов от шумовой нагрузки

Месторасположение защиты от шума	Мероприятия
1. Вблизи источника шума	Бесшумные конструкции. Обшивка производящих шум частей
2. На путях распространения	Звукоизоляция с помощью отражающих или слабо отражающих стен. Звукоизоляция путем поглощения звука
3. Вблизи приемника звука	Защита слуховых органов (наушники)

Громкость звука зависит от амплитуды колебаний: чем больше амплитуда, тем громче звук.

Высота звука определяется частотой колебаний: чем больше частота колебаний, тем выше тон.

Физика звука – одна из самых «живых» областей физики. Достаточно сказать, что в акустике (наряду с оптикой) человек долгое время чувствовал себя самым совершенным «прибором». Но постепенно открылось, что мир наполнен и неслышимыми звуками, недоступных нашему уху. И только внимательно наблюдая за живой природой, «оснащенной» заметно богаче нас акустическими средствами, воспроизводя их и создавая новые, искусственные, мы необыкновенно расширили палитру звуков, поставив их себе на службу.

Архитектура, музыка, медицина, техника – вот некоторые сферы использования современных знаний о звуке.

«Физика» человека (звуковые параметры)

Характеристика	
Частотный диапазон звуков, воспринимаемых ухом, Гц	16 (20) – 20 000 ¹
Частота звуковых колебаний, к которым наиболее чувствительно ухо, Гц	1 500 – 4 000
Расстояние между правым и левым ухом взрослого человека, см	около 18
Форма барабанной перепонки	овальная
Масса молоточка, мг	около 23
Масса наковальни, мг	около 25
Масса стремечка, мг	около 3
Площадь наружного отверстия слухового канала уха, см ²	0,3 – 0,5
Площадь барабанной перепонки, см ²	0,1
Мощность голоса, Вт	
тихий шепот	$\approx 10^{-9}$
речь обычной громкости	$\approx 7 \cdot 10^{-6}$
предельная громкость	$\approx 2 \cdot 10^{-3}$
Интенсивность звука при пороге слышимости, Вт/м ²	10^{-12}

¹ 20 000 Гц – верхняя граница частоты колебаний, воспринимаемых ухом человека в возрасте до 20 лет. В возрасте 35 лет эта граница составляет примерно 15 000 Гц, а в возрасте 50 лет – примерно 12 000 Гц. Дети воспринимают звуки с частотой до 22 000 Гц.

Характеристика	
Интенсивность звука при пороге болевого ощущения ² , Вт/м ²	10 – 100
Скорость звука в тканях тела, м/с	1 530 – 1 600
Частотный диапазон при обычном разговоре, Гц	
у мужчин	85 – 200
у женщин	160 – 340
Примерное число колебаний голосовых связок при пении, Гц	
бас	80 – 350
баритон	110 – 400
тенор	130 – 520
сопрано	260 – 1 050
детский голос	260 – 1 050
колоратурное сопрано	330 – 1 400
Длина голосовых связок у певцов, см	
бас	≈ 2,5
тенор	1,7 – 2,0
сопрано	≈ 1,5



Любопытно, что ...

... на Руси еще в X веке проводилась «акустическая» обработка внутренностей церквей и храмов. Для этого в их стены и своды закладывались специальные глиняные сосуды – голосники, служащие резонаторами звуков.

... в замке Вудсток, в Англии, эхо отчетливо повторяет 17 слогов. А в замке близ Милана – еще в одном «царстве эха» – громко сказанное слово повторяется эхом 30 раз!

... частотный диапазон человеческого голоса намного уже диапазона человеческого слуха (16-20 – 20 000 Гц). Так самые высокие ноты, до которых «добираются» современные певцы, соответствует частотам около 2 350 Гц, а рекорд в области низких частот составляет 44 Гц.

Скорость звука в различных твердых телах и сплавах

(при $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Вещество	v , м/с	Вещество	v , м/с
Алмаз	18 350	Алюминий	6260
Бетон	4250 – 5250	Железо	5850
Дуб	4115	Золото	3200
Кирпич	3600	Медь	4700
Лед ($t = -4 \text{ }^{\circ}\text{C}$)	3980	Платина	3960

² Диапазон интенсивности звуков, воспринимаемых ухом человека, необычайно велик: наиболее сильные звуки, воспринимаемые ухом ($10\text{--}100 \text{ Вт/м}^2$), отличаются от наиболее слабых, еще воспринимаемых звуков (10^{-12} Вт/м^2) в $10^{13}\text{--}10^{14}$ раз.

Вещество	v , м/с	Вещество	v , м/с
Сосна	5030	Свинец	2160
Стекло оптическое	4450 – 5220	Сталь	5000 – 6100
Шифер	4510	Чугун	3850

Скорость звука в жидкостях

Жидкость	t , °С	v , м/с	Жидкость	t , °С	v , м/с
Азот жидкий	-199	962	Глицерин	20	1923
Бензин	17	1170	Керосин	20	2330
Вода	0	1403	Ртуть	20	1450
	20	1483	Свинец	330	1790
	30	1510	Спирт	20	1180
	74	1535	Эфир	25	985
	100	1543	Олово	232	2270
морская	20	1490	Кислород	-182,9	912

2. Выполните домашнее задание

Решите задачи (письменно, в тетради):

упр. 6 (1, 3), стр. 139

Учителю никаких документов высылать не надо!