

**Практическая часть****Задание № 20.****1. Анализ звука**

При помощи наборов акустических резонаторов можно установить, какие тоны входят в состав данного звука и каковы их амплитуды. Такое установление спектра сложного звука называется его гармоническим анализом.

Раньше анализ звука выполнялся с помощью резонаторов, представляющих собой полые шары разного размера, имеющих открытый отросток, вставляемый в ухо, и отверстие с противоположной стороны. Для анализа звука существенно, что всякий раз, когда в анализируемом звуке содержится тон, частота которого равна частоте резонатора, последний начинает громко звучать в этом тоне.

Такие способы анализа, однако, очень неточны и кропотливы. В настоящее время они вытеснены значительно более совершенными, точными и быстрыми электроакустическими методами. Суть их сводится к тому, что акустическое колебание сначала преобразуется в электрическое колебание с сохранением той же формы, а следовательно, имеющее тот же спектр, а затем это колебание анализируется электрическими методами.

Один из существенных результатов гармонического анализа касается звуков нашей речи. По тембру мы можем узнать голос человека. Но чем различаются звуковые колебания, когда один и тот же человек поет на одной и той же ноте различные гласные? Другими словами, чем различаются в этих случаях периодические колебания воздуха, вызываемые голосовым аппаратом при разных положениях губ и языка и изменениях формы полости рта и глотки?

Очевидно, в спектрах гласных должны быть какие-то особенности, характерные для каждого гласного звука, сверх тех особенностей, которые создают тембр голоса данного человека. Гармонический анализ гласных подтверждает это предположение, а именно: гласные звуки характеризуются наличием в их спектрах областей обертонов с большой амплитудой, причем эти области лежат для каждой гласной всегда на одних и тех же частотах независимо от высоты пропетого гласного звука.

Можно ли, используя спектр звуковых колебаний, отличить один гласный звук от другого? Ответ поясните.

**2. Звук**

Механические колебания, распространяющиеся в упругой среде, — газе, жидкости или твердом теле — называются волнами или механическими волнами. Эти волны могут быть поперечными либо продольными.

Для того, чтобы в среде могла существовать поперечная волна, эта среда должна проявлять упругие свойства при деформациях сдвига. Примером такой среды являются твердые тела. Например, поперечные волны могут распространяться в горных породах при землетрясении или в натянутой стальной струне. Продольные волны могут распространяться в любых упругих средах, так как для их распространения в среде должны возникать только деформации растяжения и сжатия, которые присущи всем упругим средам. В газах и жидкостях могут распространяться только продольные волны, так как в

этих средах отсутствуют жесткие связи между частицами среды, и по этой причине при деформациях сдвига никакие упругие силы не возникают.

Человеческое ухо воспринимает как звук механические волны, имеющие частоты в пределах приблизительно от 20 Гц до 20 кГц (для каждого человека индивидуально). Звук имеет несколько основных характеристик. Амплитуда звуковой волны однозначно связана с интенсивностью звука. Частота же звуковой волны определяет высоту его тона. Поэтому звуки, имеющие одну, вполне определенную, частоту, называются тональными.

Если звук представляет собой сумму нескольких волн с разными частотами, то ухо может воспринимать такой звук как тональный, но при этом он будет обладать своеобразным «окрасом», который принято называть тембром. Тембр зависит от набора частот тех волн, которые присутствуют в звуке, а также от соотношения интенсивностей этих волн. Обычно ухо воспринимает в качестве основного тона звуковую волну, имеющую наибольшую интенсивность.

Например, одна и та же нота, воспроизведенная при помощи разных музыкальных инструментов (например, рояля, тромбона и органа), будет восприниматься ухом как звуки одного и того же тона, но с разным тембром, что и позволяет отличать «на слух» один музыкальный инструмент от другого.

Еще одна важная характеристика звука — громкость. Эта характеристика является субъективной, то есть определяется на основе слухового ощущения. Опыт показывает, что громкость зависит как от интенсивности звука, так и от его частоты, то есть при разных частотах звуки одинаковой интенсивности могут восприниматься ухом как звуки разной громкости (а могут и как звуки одинаковой громкости!). Установлено, что человеческое ухо при восприятии звука ведет себя как нелинейный прибор — при увеличении интенсивности звука в 10 раз громкость возрастает всего в 2 раза. Поэтому ухо может воспринимать звуки, отличающиеся друг от друга по интенсивности более чем в 100 тысяч раз!

При испытании авиационного двигателя было установлено, что при его работе громкость в 2 раза превышает максимально допустимую для работы обслуживающего персонала. Для решения этой проблемы было предложено установить звукоизоляцию, которая снижает интенсивность звука двигателя в 15 раз. *Будет ли этого достаточно? Ответ поясните.*

### 3. Флотация

Чистая руда почти никогда не встречается в природе. Почти всегда полезное ископаемое перемешано с «пустой», ненужной горной породой. Процесс отделения пустой породы от полезного ископаемого называют обогащением руды.

Одним из способов обогащения руды, основанным на явлении смачивания, является флотация. Сущность флотации состоит в следующем. Раздробленная в мелкий порошок руда взбалтывается в воде. Туда же добавляется небольшое

количество вещества, обладающего способностью смачивать одну из подлежащих разделению частей, например крупицы полезного ископаемого, и не смачивать другую часть — крупицы пустой породы. Кроме того, добавляемое вещество не должно растворяться в воде. При этом вода не будет смачивать поверхность крупицы руды, покрытую слоем добавки. Обычно применяют какое-нибудь масло.

В результате перемешивания крупицы полезного ископаемого обволакиваются тонкой пленкой масла, а крупицы пустой породы остаются свободными. В получившуюся смесь очень мелкими порциями вдувают воздух. Пузырьки воздуха, пришедшие в соприкосновение с крупицей полезной породы, покрытой слоем масла и потому не смачиваемой водой, прилипают к ней. Это происходит потому, что тонкая пленка воды между пузырьками воздуха и не смачиваемой ею поверхностью крупицы стремится уменьшить свою площадь, подобно капле воды на промасленной бумаге, и обнажает поверхность крупицы.

Крупицы полезной руды с пузырьками воздуха поднимаются вверх, а крупицы пустой породы опускаются вниз. Таким образом, происходит более или менее полное отделение пустой породы и получается так называемый концентрат, богатый полезной рудой.

*Можно ли, используя флотацию, сделать так, чтобы пустая порода всплыла вверх, а крупицы руды оседали на дно? Ответ поясните.*

#### 4. Поверхностное натяжение жидкостей

Если взять тонкую чистую стеклянную трубку (она называется капилляром), расположить ее вертикально и погрузить ее нижний конец в стакан с водой, то вода в трубке поднимется на некоторую высоту над уровнем воды в стакане. Повторяя этот опыт с трубками разных диаметров и с разными жидкостями, можно установить, что высота поднятия жидкости в капилляре получается различной. В узких трубках одна и та же жидкость поднимается выше, чем в широких. При этом в одной и той же трубке разные жидкости поднимаются на разные высоты. Результаты этих опытов, как и еще целый ряд других эффектов и явлений, объясняются наличием поверхностного натяжения жидкостей.

Возникновение поверхностного натяжения связано с тем, что молекулы жидкости могут взаимодействовать как между собой, так и с молекулами других тел — твердых, жидких и газообразных, — с которыми находятся в соприкосновении. Молекулы жидкости, которые находятся на ее поверхности, «существуют» в особых условиях — они контактируют и с другими молекулами жидкости, и с молекулами иных тел. Поэтому равновесие поверхности жидкости достигается тогда, когда обращается в ноль сумма всех сил взаимодействия молекул, находящихся на поверхности жидкости, с другими молекулами. Если молекулы, находящиеся на поверхности жидкости, взаимодействуют преимущественно с молекулами самой жидкости, то жидкость принимает форму, имеющую минимальную площадь свободной

поверхности. Это связано с тем, что для увеличения площади свободной поверхности жидкости нужно переместить молекулы жидкости из ее глубины на поверхность, для чего необходимо «раздвинуть» молекулы, находящиеся на поверхности, то есть совершить работу против сил их взаимного притяжения. Таким образом, состояние жидкости с минимальной площадью свободной поверхности является наиболее выгодным с энергетической точки зрения. Поверхность жидкости ведет себя подобно натянутой упругой пленке — она стремится максимально сократиться. Именно с этим и связано появление термина «поверхностное натяжение».

Приведенное выше описание можно проиллюстрировать при помощи опыта Плато. Если поместить каплю анилина в раствор поваренной соли, подобрав концентрацию раствора так, чтобы капля плавала внутри раствора, находясь в состоянии безразличного равновесия, то капля под действием поверхностного натяжения примет шарообразную форму, поскольку среди всех тел именно шар обладает минимальной площадью поверхности при заданном объеме.

Если молекулы, находящиеся на поверхности жидкости, контактируют с молекулами твердого тела, то поведение жидкости будет зависеть от того, насколько сильно взаимодействуют друг с другом молекулы жидкости и твердого тела. Если силы притяжения между молекулами жидкости и твердого тела велики, то жидкость будет стремиться растечься по поверхности твердого тела. В этом случае говорят, что жидкость хорошо смачивает твердое тело (или полностью смачивает его). Примером хорошего смачивания может служить вода, приведенная в контакт с чистым стеклом. Капля воды, помещенная на стеклянную пластинку, сразу же растекается по ней тонким слоем. Именно из-за хорошего смачивания стекла водой и наблюдается поднятие уровня воды в тонких стеклянных трубках. Если же силы притяжения молекул жидкости друг к другу значительно превышают силы их притяжения к молекулам твердого тела, то жидкость будет стремиться принять такую форму, чтобы площадь ее контакта с твердым телом была как можно меньше. В этом случае говорят, что жидкость плохо смачивает твердое тело (или полностью не смачивает его). Примером плохого смачивания могут служить капли ртути, помещенные на стеклянную пластинку. Они принимают форму почти сферических капель, немного деформированных из-за действия силы тяжести. Если опустить конец стеклянного капилляра не в воду, а в сосуд с ртутью, то ее уровень окажется ниже уровня ртути в сосуде.

*Космонавт, находящийся на орбитальной космической станции, летающей вокруг Земли, выдавил из тюбика с космическим питанием каплю жидкости, которая начала летать по кабине станции. Какую форму примет эта капля?*

## 5. Адсорбция

Твердое тело, находящееся в газе, всегда покрыто слоем молекул газа, некоторое время удерживающихся на нем молекулярными силами. Это явление называется адсорбция. Количество адсорбированного газа зависит от площади

поверхности, на которой могут адсорбироваться молекулы. Адсорбирующая поверхность особенно велика у пористых веществ, пронизанных множеством мелких каналов. Количество адсорбированного газа зависит также от природы газа и от химического состава твердого тела.

Одним из примеров веществ-адсорбентов является активированный уголь, то есть уголь, освобожденный от смолистых примесей прокаливанием. В промышленности хороший активированный уголь получают из ореховой скорлупы (кокосовой), из косточек некоторых плодовых культур.

Классическим примером использования адсорбирующих свойств активированного угля является противогаз. Фильтры, содержащие активированный уголь, применяются во многих современных устройствах для очистки питьевой воды. Активированный уголь применяется в химической, фармацевтической и пищевой промышленности. В медицине процесс выведения из организма чужеродных веществ, попадающих в него из окружающей среды, или образовавшихся в самом организме токсических продуктов обмена, называется энтеросорбция. Лекарственные средства, поглощающие и выводящие из желудочно-кишечного тракта вредные, токсичные для организма вещества, называют энтеросорбентами. Эффективность энтеросорбентов зависит от площади их активной поверхности. При заданной массе энтеросорбента площадь активной поверхности обратно пропорциональна размеру его частиц: чем меньше размеры частиц, тем больше суммарная площадь их активной поверхности.

*Какие частицы энтеросорбента (крупные или мелкие) окажут большее терапевтическое действие при одинаковой потребляемой массе сорбента?*

*Ответ поясните.*

## 6. Гало и венцы

Гало — оптическое явление, заключающееся в образовании светящегося кольца вокруг источника света. Термин произошел от фр. halo и греч. halos — «световое кольцо».

Гало обычно возникают вокруг Солнца или Луны, иногда — вокруг других мощных источников света, таких как уличные огни. Они вызваны преимущественно отражением и преломлением света ледяными кристаллами в перистых облаках и туманах. Для возникновения некоторых гало необходимо, чтобы ледяные кристаллы, имеющие форму шестиугольных призм, были ориентированы по отношению к вертикали одинаковым или хотя бы преимущественным образом.

Отраженный и преломленный ледяными кристаллами свет нередко разлагается в спектр, что делает гало похожим на радугу, однако гало в условиях низкой освещенности имеет малую цветность. Окрашенные гало образуются при преломлении света в шестиугольных кристаллах ледяных облаков; неокрашенные (бесцветные) формы — при его отражении от граней кристаллов. Иногда в морозную погоду гало образуется очень близко к земной

поверхности. В этом случае кристаллы напоминают сияющие драгоценные камни.

Вид наблюдаемого гало зависит от формы и расположения кристаллов. Наиболее обычные формы гало: радужные круги вокруг диска Солнца или Луны; паргелии, или «ложные Солнца», - слегка окрашенные светлые пятна на одном уровне с Солнцем справа и слева от него; паргелический круг — белый горизонтальный круг, проходящий через диск светила; столб — часть белого вертикального круга, проходящего через диск светила; он в сочетании с паргелическим кругом образует белый крест.

Гало следует отличать от венцов, которые внешне схожи с ним, но имеют другое происхождение. Венцы возникают в тонких водяных облаках, состоящих из мелких однородных капель (обычно это высококучевые облака) и закрывающих диск светила, за счет дифракции. Они могут появиться также в тумане около искусственных источников света. Основная, а часто единственная часть венца — светлый круг небольшого радиуса, окружающий вплотную диск светила (или искусственный источник света). Круг в основном имеет голубоватый цвет и лишь по внешнему краю — красноватый. Его называют также ореолом. Он может быть окружен одним или несколькими дополнительными кольцами такой же, но более светлой окраски, не примыкающими вплотную к кругу и друг к другу.

*Какую окраску имеют гало при преломлении белого света в кристалликах льда? Ответ поясните.*

## 7. Молния

Красивое и небезопасное явление природы — молния — представляет собой искровой разряд в атмосфере.

Уже в середине XVIII в. исследователи обратили внимание на внешнее сходство молнии с электрической искрой. Высказывалось предположение, что грозовые облака несут в себе большие электрические заряды и молния есть гигантская искра, ничем, кроме размеров, не отличающаяся от искры между шарами электрофорной машины. На это указывал М. В. Ломоносов, занимавшийся изучением атмосферного электричества.

Ломоносов построил «громовую машину» — конденсатор, находившийся в его лаборатории и заряжавшийся атмосферным электричеством посредством провода, конец которого был выведен из помещения и поднят на высоком шесте. Во время грозы из конденсатора можно было извлекать искры. Таким образом, было показано, что грозовые облака действительно несут на себе огромный электрический заряд.

Разные части грозового облака несут заряды разных знаков. Чаще всего нижняя часть облака (обращенная к Земле) бывает заряжена отрицательно, а верхняя — положительно. Поэтому если два облака сближаются разноименно заряженными частями, то между ними проскаивает молния.

Однако грозовой разряд может произойти и иначе. Проходя над Землей, грозовое облако создает на ее поверхности большой индуцированный заряд, и поэтому облако и поверхность Земли образуют две обкладки большого

конденсатора. Напряжение между облаком и Землей достигает нескольких миллионов вольт, и в воздухе возникает сильное электрическое поле. В результате может произойти пробой, т. е. молния, которая ударит в землю. При этом молния иногда поражает людей, дома, деревья.

Гром, возникающий после молнии, имеет такое же происхождение, что и треск при проскакивании искры. Он появляется из-за того, что воздух внутри канала молнии сильно разогревается и расширяется, отчего и возникают звуковые волны. Эти волны, отражаясь от облаков, гор и других объектов, создают длительное многократное эхо, поэтому и слышны громовые раскаты.

*Может ли произойти разряд (молния) между двумя одинаковыми шарами, несущими равный одноименный заряд? Ответ поясните.*

## 8. Охлаждающие смеси

Возьмем в руки кусок сахара и коснемся им поверхности кипятка. Кипяток втянется в сахар и дойдет до наших пальцев. Однако мы не почувствуем ожога, как почувствовали бы, если бы вместо сахара был кусок ваты. Это наблюдение показывает, что растворение сахара сопровождается охлаждением раствора. Если бы мы хотели сохранить температуру раствора неизменной, то должны были бы подводить к раствору энергию. Отсюда следует, что при растворении сахара внутренняя энергия системы сахар-вода увеличивается. То же самое происходит при растворении большинства других кристаллических веществ. Во всех подобных случаях внутренняя энергия раствора больше, чем внутренняя энергия взятых в отдельности кристалла и растворителя при той же температуре. В примере с сахаром необходимое для его растворения количество теплоты отдает кипяток, охлаждение которого заметно даже по непосредственному ощущению. Если растворение происходит в воде при комнатной температуре, то температура получившейся смеси в некоторых случаях может оказаться даже ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , хотя смесь и остается жидкой, поскольку температура застывания раствора может быть значительно ниже нуля. Этот эффект используют для получения сильно охлажденных смесей из снега и различных солей. Снег, начиная таять при  $0^{\circ}\text{C}$ , превращается в воду, в которой растворяется соль; несмотря на понижение температуры, сопровождающее растворение, получившаяся смесь не затвердевает. Снег, смешанный с этим раствором, продолжает таять, забирая энергию от раствора и, соответственно, охлаждая его. Процесс может продолжаться до тех пор, пока не будет достигнута температура замерзания полученного раствора. Смесь снега и поваренной соли в отношении 2 : 1 позволяет, таким образом, получить охлаждение до  $-21^{\circ}\text{C}$ ; смесь снега с хлористым кальцием ( $\text{CaCl}_2$ ) в отношении 7 : 10 — до  $-50^{\circ}\text{C}$ . *Во что лучше поместить емкость с мороженым при его приготовлении для наилучшего охлаждения: в чистый лед или смесь льда и соли? Ответ поясните.*

## Задание 21.

1. Изменится ли (и если изменится, то как) выталкивающая сила, действующая на плавающий в керосине деревянный бруск, если бруск переместить из керосина в воду? Ответ поясните.
2. Капля маслянистой жидкости попадает на поверхность воды и растекается, образуя тонкую пленку. Обязательно ли эта пленка закроет всю поверхность воды? Ответ поясните.
3. В двух закрытых сосудах одинакового объема находится одинаковое количество молекул одного и того же газа. Сосуд 1 размещен в теплом помещении, сосуд 2 — в холодном. В каком из сосудов давление газа больше? Ответ поясните.
4. Под колоколом воздушного насоса находится колба, наполовину наполненная водой и плотно закрытая пробкой. Что произойдет с пробкой при откачивании воздуха из-под колокола? Ответ поясните.
5. Куда следует поместить лед, с помощью которого необходимо быстро охладить закрытый сосуд, полностью заполненный горячей жидкостью — положить сверху на сосуд или поставить сосуд на лед? Ответ поясните.
6. Два бруска одинаковых размеров имеют одинаковую температуру  $+300^{\circ}\text{C}$ . Удельные теплоемкости брусков и их плотности также одинаковы. Бруск 1 имеет большую теплопроводность, чем бруск 2. Какой из этих брусков быстрее охладится на воздухе, температура которого равна  $+20^{\circ}\text{C}$ ? Ответ поясните.
7. Две одинаковые стеклянные банки наполнили молоком. Одну из банок накрыли сухой марлевой салфеткой, а другую — марлевой салфеткой, края которой опустили в воду. В какой из банок молоко дольше не прокисает в жаркий день? Ответ поясните.
8. Зимой стекла движущегося автомобиля могут запотеть. Где запотевают стекла — изнутри или снаружи? Ответ поясните.
9. В жаркий день туристы налили холодную воду из колодца в две одинаковые пластиковые бутылки. Одну из них они несли в полиэтиленовом пакете, а другую — в рюкзаке, завернутую в толстый шерстяной свитер. Вода в какой бутылке нагреется быстрее? Ответ поясните.
10. Из какого материала — стали или дерева — следует строить научно-исследовательские суда для изучения магнитного поля Земли? Ответ поясните.
11. К незаряженному шарику электрометра подносят, не касаясь, металлическую заряженную палочку, в результате чего стрелка электрометра отклоняется. Произойдет ли еще более заметное отклонение стрелки электрометра, если коснуться этой палочкой шарика электрометра? Ответ поясните.

12. Тонкий медный стержень, подвешенный на нити, притянулся к поднесенной заряженной эбонитовой палочке. Можно ли сделать однозначный вывод о том, что изначально стержень был заряжен? Ответ поясните.
13. Почему мокрыми руками (после мытья рук водопроводной водой) нельзя трогать выключатели и электрические приборы, находящиеся под напряжением? Ответ поясните.
14. Может ли при каких-либо условиях двояковыпуклая стеклянная линза рассеивать падающий на нее параллельный световой пучок? Ответ поясните.
15. Иван на белом листе бумаги зеленым карандашом нарисовал автомобиль. Что он увидит, рассматривая листок с рисунком через красный фильтр? Ответ поясните.
16. Конец магнитной стрелки притянулся к одному из концов стального стержня. Можно ли сделать вывод о том, что изначально стержень был намагничен? Ответ поясните.
17. К незаряженному шарику электрометра подносят, не касаясь, металлическую заряженную палочку, в результате чего стрелка электрометра отклоняется. Произойдет ли еще более заметное отклонение стрелки электрометра, если коснуться этой палочкой шарика электрометра? Ответ поясните.

## Задание № 22

1. По реке плывет лодка с гребцом, а рядом с ней — плот. Однаковое ли время потребуется гребцу для того, чтобы перегнать плот на 10 м, и для того, чтобы на столько же отстать от него?
2. Два одинаковых латунных шарика падают с одной и той же высоты. Первый шарик упал в песок и остановился, а второй, ударившись о камень, отскочил и был пойман рукой на некоторой высоте. Внутренняя энергия какого шарика изменилась на большую величину? Ответ поясните.
3. Может ли вес тела, лежащего на горизонтальной плоскости, быть больше силы тяжести, действующей на это тело? Ответ поясните.
4. Два ученика одновременно измеряли атмосферное давление с помощью барометра: один, находясь в школьном дворе под открытым небом, другой — в кабинете физики на пятом этаже. Однаковыми ли будут показания барометров? Если нет, то какой барометр покажет большее значение атмосферного давления? Ответ поясните.
5. Человек приобрел в магазине на одной из улиц города барометр-анероид и спустился с ним на станцию метрополитена глубокого залегания. Что при этом произошло с показаниями барометра (не изменились, уменьшились или увеличились)? Ответ поясните.

6. В какое время года (летом или поздней осенью) ветер одинаковой силы с большой вероятностью повалит лиственное дерево? Ответ поясните.
7. После захода Солнца на Земле темнеет не сразу, некоторое время делятся сумерки. Можно ли наблюдать сумерки на Луне? Ответ поясните.
8. Ирина нарисовала на белой бумаге красный цветок. Что увидит Ирина, если будет смотреть на рисунок через красный фильтр?
9. В плоском зеркале вы видите мнимое изображение другого человека, смотрящего на вас. Видит ли он в зеркале изображение ваших глаз? Ответ поясните.
10. Прямая рейка освещается солнечными лучами. При этом на вертикальной стене видна ее тень. Может ли линейный размер тени быть больше, чем линейный размер рейки? Ответ поясните и проиллюстрируйте рисунком.
11. Из какой кружки — металлической или керамической — легче пить горячий чай, не обжигая губы? Объясните почему.
12. Когда на открытой волейбольной площадке стало жарко, спортсмены перешли в прохладный спортивный зал. Придется ли им подкачивать мяч или, наоборот, выпускать из мяча часть воздуха? Ответ поясните.
13. меются деревянный и металлический шарики одинакового объема. Какой из шариков в 40-градусную жару на ощупь кажется холоднее? Ответ поясните.
14. Сохранится ли равновесие, если на одну чашу весов поставить блюдце с горячей водой, а на другую — уравновешивающие ее гири? Ответ поясните.
15. Зависит ли (и, если зависит, то как) глубина промерзания почвы от высоты снежного покрова при прочих равных условиях? Ответ поясните.
16. Две лампы, рассчитанные на одинаковое напряжение, но потребляющие различную мощность, включены в электрическую сеть последовательно. Какая лампа будет гореть ярче? Ответ поясните.
17. К железным ножницам поднесли компас. Стрелка компаса отклонилась. Означает ли это, что ножницы были предварительно намагнечены? Ответ поясните.
18. Для перевозки бензина используются автоцистерны и железнодорожные цистерны. В каком случае к корпусу цистерны необходимо прикреплять массивную металлическую цепь, которая должна волочиться по земле? Ответ поясните.
19. Какой(-ие) из перечисленных материалов не может (не могут) использоваться для изготовления корпуса компаса: алюминий, пластмасса, железо? Ответ поясните.
20. Почему сложно наэлектризовать трением гильзу из фольги, подвешенную на медной проволоке к стальному штативу? Объясните почему?