**Молекулярная физика с медико – биологической направленностью**

**Преподаватель физики Тарасенко Татьяна Егоровна**

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное**

**учреждение (ГБПОУ) «Кузбасский медицинский колледж»,**

**Ленинск – Кузнецкий филиал; город Ленинск – Кузнецкий**

**Аннотация.** Предложенная работа представляет собой дополнительный материал к разделу «Молекулярная физика» с медико – биологической направленностью. Состоит из предварительных вопросов по изучаемой теме, текста, задач и вопросов, справочных материалов, интересных фактов. Материал может быть использован преподавателями физики в колледжах медицинского профиля.

Молекулярная физика – раздел физики, изучающий свойства тел в различных агрегатных состояниях (газообразном, жидком и твёрдом) на основании молекулярного строения. Под термодинамикой понимают раздел физики, рассматривающий системы (термодинамические), между которыми возможен теплообмен. Различают термодинамику равновесных систем (классическая) и неравновесных систем, которая играет особую роль для рассмотрения биологических систем.

*Предварительные вопросы*

1. Что изучает молекулярная физика (МФ)?
2. Что представляет собой молекулярно – кинетическая тория (МКТ)?
3. Какие агрегатные состояния вам известны? Сколько?
4. Первое положение МКТ.
5. Второе положение МКТ. Какие явления существуют, доказывающие движение частиц?
6. Что такое диффузия? Броуновское движение?
7. Третье положение МКТ.

В организме человека, весящего 70 кг, 45,5 кг кислорода; 12,6 кг углерода; 7 кг водорода; 2,1 кг азота; 1,4 кальция; 700 г фосфора. Всех остальных элементов, вместе взятых (калия, серы, натрия, хлора, магния, железа и цинка), - около 700 г. Всего в живых клетках можно найти около 70 химических элементов таблицы Менделеева. Благодаря железу, работает, например, гемоглобин крови, переносящий кислород. При отсутствии йода у человека развивается зоб. Мёд – индикатор загрязнения среды. В пробах мёда, взятых на территории вблизи от промышленных предприятий, были обнаружены химические элементы, которые в сельских пробах отсутствуют.

Сложность живых систем во многом предопределила присутствие в них более сложных молекул, играющих главенствующую роль в процессах жизнедеятельности. Это так называемые биологические макромолекулы (в первую очередь, белки и нуклеиновые кислоты).

Диффузия играет огромную роль в таких процессах живой природы, как: поступление воды и питательных веществ в клетку; проникновение кислорода из лёкгих в кровь; молекул углекислого газа из венозной крови – в лёгкие; всасывание питательных веществ в кишечнике; питание и дыхание растений. Нужно отметить, что эти примеры не просто диффузия, а более сложный процесс – осмос (направленное передвижение через полунепроницаемую перегородку – клеточную мембрану – молекул, размеры которых соизмеримы с величиной пор в мембране). Возникающее осмотическое давление является причиной того, что растворы некоторых солей оказывают слабительное действие , и что солёная вода не утоляет жажды.

Способность улавливать запах играет важную роль в жизни всех живых существ (мельчайшие частички веществ и газы воздействуют на специальные органы обоняния).

Важной частью клетки являются мембраны. Они ограничивают клетку от окружающей среды, защищают её от вредных внешних воздействий; управляют обменом веществ между клеткой и её окружением. По существу, мембраны формируют структуру клетки и осуществляют её функции.

Важным элементом функционирования мембран является их способность пропускать или не пропускать молекулы (атомы) и ионы. Вероятность такого проникновения частиц зависит от направления их перемещения (в клетку или из неё) и от разновидности частиц. Эти вопросы рассматриваются в разделе физики к явлениям переноса. Таким термином называют необратимые процессы, в результате которых в физической системе происходит пространственное перемещение (перенос) массы, импульса, энергии, заряда и т.д..

К явлениям переноса относят диффузию, вязкость (перенос импульса), теплопроводность (перенос энергии), электропроводность (перенос заряда). Синонимом переноса частиц является транспорт частиц: диффузия частиц в направлении меньшей их концентрации.

*Вопросы*

1. Насыщение крови кислородом и отдача ею двуокиси углерода происходят в лёгочных альвеолах и капиллярах. Объясните физическую сущность процесса в лёгких. *(Процесс газообмена основан на диффузии).*
2. Проблема загрязнений, связанных с твёрдыми взвешенными частицами, значительно более серьёзна, чем думали о ней до последнего времени. Существует целый ряд приёмов и методов борьбы с попаданием твёрдых взвесей в воздух. Для частиц больших размеров время пребывания в атмосфере относительно мало. В таблице приведены размеры некоторых твёрдых взвешенных частиц, встречающихся в воздухе городов.

**Радиусы взвешенных частиц, мкм**

Пыльца растений – (20 – 60); микроорганизмы и их споры – (1 -15);

сухой песок – (200 – 2000); угольная пыль – (10 – 400);

цементная пыль – (1- - 150); удобрения – (30 – 800); асбест – (10 – 200).

Приведите примеры, когда мы встречаемся с движением взвешенных частиц. Что можно сказать о движении этих частиц? *(Движение пылинок в запылённой комнате – один из примеров движения взвешенных частиц, т.е. броуновского движения. Можно заметить непрерывное и хаотичное движение).*

1. … Маргарита открыла коробочку и увидела … жирный желтоватый крем. Ей показалось, что он пахнет болотной тиной. Кончиком пальца Маргарита выложила небольшой мазочек крема на ладонь, причём сильнее запахло болотными травами и лесом. *(М.Булгаков. «Мастер и Маргарита»)* О каком физическом явлении говорится в этом отрывке? Почему на ладони запах крема усилился? *(Диффузия; она протекает быстрее при повышенной температуре; значит, температура ладони Маргариты больше, чем температура воздуха)*
2. Запах соли, запах йода. Неприступны и горды, рифы каменные морды выставляют из воды….*(Ю.Друнина)* Объясните образование запахов йода и соли на берегу моря. *(Следствие диффузии; морская вода испаряется, и вместе с капельками воды в атмосферу попадают и соли. Капельки воды превращаются в водяной пар, а соли остаются в воздухе. Т.О. в атмосферу ежегодно попадает 2 миллиарда тонн солей).*

*Это интересно*

1. Самец тутового шелкопряда способен чувствовать запах самки на расстоянии до 12 км. Идущие на нерест лососи чувствуют запах медведя. Буревестники и альбатросы чувствуют запах рыбы с расстояния 3 км.
2. Чтобы почувствовать запах , насекомым хватает 100 молекул пахучего вещества в 1 см3 воздуха.
3. У мужчины среднего роста и веса суточная потребность в энергии для поддержания основного обмена составляет около 8000 кДж. Точное количество энергии, необходимое каждому индивидууму, зависит от его веса, возраста и пола и у мужчин несколько больше, чем у женщин. На работу, которую человек выполняет в течение суток, идёт примерно (30 – 40)% энергии – (2400 – 3200) кДж; на тепловые потери в окружающую среду теплопроводностью и конвекцией идёт примерно 20% энергии – 2000 кДж; на излучение – (30 – 40)% - (2400 – 3200) кДж; на испарение – 18% - 1500 кДж.

*Задание*

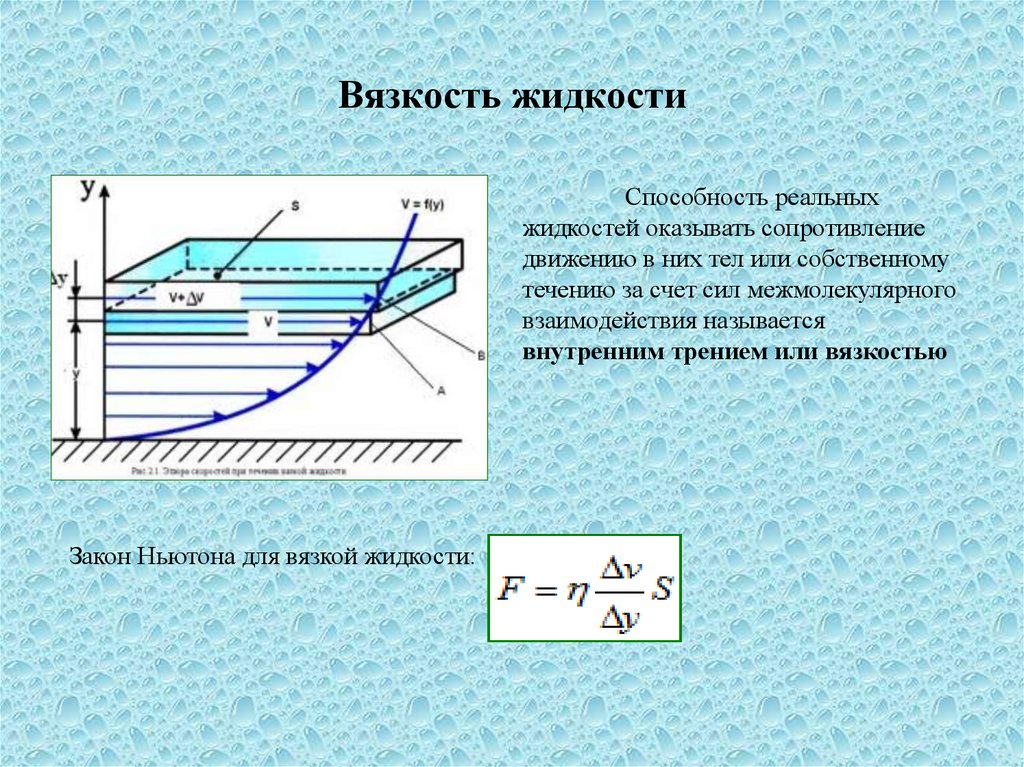
1. Подготовить сообщение о П.П.Лазареве (физик, биофизик, геофизик)

*Свойства жидкости*

*Предварительные вопросы*

1. Особенности молекулярного строения жидкостей
2. Вязкость
3. Поверхностное натяжение
4. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления

*Дополнительный материал*

 При течении жидкости отдельные слои её воздействуют друг на друга с силами, касательными к слоям. Это явление называют внутренним трением или вязкостью.

Между слоями реальной жидкости при их движении появляются силы трения, которые направлены по касательным к поверхности перемещаемых слоёв. Наличие сил внутреннего трения в жидкости приводит к тому, что различные слои жидкости движутся с разными скоростями. Вязкость или внутреннее

Рис.1 Вязкость жидкости

трение - свойство жидкости сопротивляться движению из-за возникновения сил трения между слоями движущейся жидкости. Реальная жидкость является вязкой и при нормальном давлении практически несжимаема.

Вязкость жидкости – её характерное физическое свойство, в котором проявляются силы межмолекулярного взаимодействия. Величина вязкости зависит от природы жидкости, т.е. от её химического состава, химического строения и молекулярной массы.

*Вязкость жидкостей и газов (ɳ, кг/(м\*с)*

Воздух – 1,8 \* 10-5; вода – 1,0 \* 10-3; кровь – 4,5 \* 10-3;

глицерин – 1,5; мёд – (500 – 1000).

Для расчёта силы трения используют закон Ньютона. Этот закон обобщённо характеризует механические свойства сплошных сред и распространяется на воду, воздух, спирты и многие другие жидкости и газы. Ньютоновскими называют жидкости, удовлетворяющие обобщённому закону Ньютона:

**,**

где F – сила внутреннего трения,Н; S – площадь, м2 ;

dν / dy – относительная скорость, м/с; µ - динамическая вязкость, Па\*с (Паскаль-секунда).

Кинематическая вязкость – отношение динамической вязкости к плотности, которая измеряется в м2 /с.

Вязкость крови обусловлена тем, что в сосудистом русле она находится в постоянном движении. В результате отдельные слои её продвигаются с различной скоростью, между ними возникает трение, а к тому же крайние слои плазмы крови трутся ещё и о стенку сосудов. Возникает внутреннее трение, обозначаемое понятием – вязкость. Происходит такой же физический процесс, как и в любой другой жидкости.

Вязкость крови – очень важный показатель крови, определяющий максимальный срок службы сердца и сосудов. Чем выше вязкость крови, тем быстрее изнашивается сердце. Вязкость крови изменяется в очень широких пределах. При этом на состояние крови влияет много факторов. Критическое увеличение вязкости ставит всю сердечно – сосудистую систему на грань выживаемости.

Кровь – особая жидкая соединительная ткань организма, которая влияет на работу всех органов и систем. Это неньютоновская жидкость. В норме вязкость крови в среднем 4,3 – 5,7 единиц у мужчин и 3,9 – 4,9 у женщин. Значение может быть выше у детей. Но при повышении вязкости нарушается питание и обеспечение органов кислородом. С возрастом кровь становится более густой.

Вязкость оказывает сопротивление кровотоку. Величину её обычно определяют относительно воды, вязкость которой принимается за единицу. В крови вязкость зависит от эритроцитов. Вязкость плазмы – 1,7; крови – 4-5. Плазма крови тоже является неньютоновской жидкостью, т.к. в ней находятся белки. К факторам, обуславливающих вязкость крови, относятся: гематокрит; концентрация; температура; давление; размер частиц.

Гематокрит – объём красных кровяных клеток в крови. Иногда гематокрит определяется как отношение суммарного объёма всех форменных элементов (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты) к общему объёму крови; разница невелика, т.к. 99% общего объёма форменных элементов приходится на эритроциты.

*Вопросы*

1. Почему с повышением температуры уменьшается вязкость? *(В жидкостях вязкие силы вызваны тем, что молекулы оказывают силы притяжения друг на друга через слои потока. Повышение температуры приводит к снижению вязкости* , т.к. *частицы будут обладать большей тепловой энергией и им легче преодолевать силы притяжения, связывающие их вместе).*
2. Концентрированные растворы готовят на свежеперегонной воде, используя мерные колбы, цилиндры массо-объёмным методом. При приготовлении концентрированных растворов следует избегать концентраций, близких к насыщенным, так как при понижении температуры раствора возможно выделение в осадок лекарственных веществ. Поэтому концентрированные растворы готовят в объёмах значительно превышающих, чем прописаны в рецепте.

Что такое концентрация? Как её определить?

Какой раствор называется насыщенным?

Почему при понижении температуры раствора возможно выделение в осадок лекарственных веществ?

1. В технологии инъекционных растворов используют водные и неводные растворители. К водным растворителям относится вода и водные растворы спирта. Глицерина; к неводным – жирные масла, смеси растительных масел. На каком физическом явлении основано приготовление инъекционных растворов? Объяснить.
2. Инъекционные растворы готовят массо-объёмным способом: лекарственное вещество берут по массе; растворитель – до требуемого объёма. Количественное определение лекарственных веществ в растворах производят согласно указаниям в соответствующих статьях. О какой физической величине с точки зрения физики идёт речь? Запишите её формулу.

*Задачи*

1. Врач поставил 5 уколов пациенту. Один укол за полчаса. Сколько нужно времени, чтобы поставить все уколы? Решить в системе СИ.
2. Условные единицы измерения трудоёмкости в целях упрощения расчётов принимают 1 УЕТ (условная единица трудоёмкости). Это время, равное 10 минутам. Согласно ГОСТу, коэффициент УЕТ медицинской сестры для выполнения внутримышечной инъекции равен 1,0, т.е. 10 минут; на взятие крови из вены ровно половина; а на внутривенное струйное вливание в 2,5 раза больше. Сколько времени медсестра затратит на выполнение этих трёх процедур? Задачу решить в системе СИ.

*Задание*

1. Объяснить работу карманного ингалятора, который используется для введения лекарственного препарата.
2. Подготовить сообщение о Пуазейле Жане Луи Мари (1799 – 1869), французский врач и физик.
3. Как называется прибор для определения вязкости жидкости? *(Вискозиметр).* Объяснить его работу.
4. Жизненная ёмкость лёгких у взрослого человека около 4 л. Какова масса наполняющего их воздуха?
5. Вода в капиллярной трубке диаметром 4 мм поднялась на высоту 7,2 мм, а желчь в трубке диаметром 0,5 мм – на высоту 3,73 мм. Во сколько раз коэффициент поверхностного натяжения воды больше, чем у желчи, если плотности этих жидкостей примерно одинаковы?
6. Эритроциты крови человека представляют собой диски диаметром 7 мкм и толщиной 1 мкм. Объём в крови 1 куб. мм содержит около 5\*106 таких дисков:

а) если в теле взрослого содержится 5 л крови, то сколько в ней содержится эритроцитов?

б) масса молекулы гемоглобина составляет около 105 а.е.м. Сколько молекул гемоглобина должно содержаться в одном эритроците, если плотность гемоглобина 1 кг/м3, и. если мы будем считать, что эритроциты состоят полностью из гемоглобина (1 а.е.м. = 1,66\*10-27 кг).

7. Через коду человеческий организм выделяет около 0,5 кг воды в сутки. Какую энергию при этом человек теряет? *(1,15* МДж).

8. Каждый бронх заканчивается микроскопическими мешочками (альвеолами), окружёнными густой сетью кровеносных сосудов. Альвеолы, которых у человека насчитывается около 300 миллионов, представляют собой пузырьки, наполненные воздухом. Средний диаметр альвеол – 0,1 мм, а толщина их стенок – 0,4 мкм. Общая поверхность альвеол составляет около 90 м2. Определите энергию поверхностного натяжения для одной альвеолы. Оцените силы поверхностного натяжения. Действующие в лёгких человека. *(0,57 мкДж; 23 мкН).*

*Механические свойства твёрдых тел и биологических тканей*

*Предварительные вопросы*

1. Особенности молекулярного строения твёрдых тел
2. Кристаллические и аморфные тела. Изотропия и анизотропия
3. Упругость . Пластичность. Деформации и их виды
4. Диаграмма растяжений.

*Содержание.* Полимеры. Жидкие кристаллы. Механические свойства биологических тканей

*Дополнительный материал*

В кристалле вследствие больших сил межмолекулярного взаимодействия абсолютное значение энергии взаимодействия огромно. Поэтому тепловое движение в кристаллах не может разрушить связь между частицами, вследствие чего они совершают малые колебания возле положения равновесия.

Основная макроскопическая особенность аморфных тел заключается в естественной изотропии их свойств и отсутствии определённой точки плавления, что обусловлено внутренним строением тел. Главной особенностью внутреннего строения аморфных тел является отсутствие дальнего порядка, характерного для кристаллов, т.е. строгой повторяемости в расположении атомов.

Вместе с тем у аморфных тел существует ближний порядок, который с расстоянием уменьшается. Поэтому аморфные тела имеют большие, чем кристаллы, удельный объём, внутреннюю энергию. Достаточно равновесное состояние эти тела имеют при высокой температуре и малом давлении. В соответствии с этим аморфные тела в зависимости от скорости внешнего воздействия могут оказаться упругими или текучими.

Полимерами называют вещества, молекулы которых представляют собой в механических свойствах длинные цепи, составленные из огромного числа атомов, соединённых химическими связями. Наиболее резко отличаются полимеры от низкомолекулярных веществ. Известно, что для твёрдых тел характерны большие прочности при малых обратимых деформациях. Жидкости обладают способностью к неограниченной деформации при весьма малой прочности.

Полимеры – это материалы, механические свойства которых являются сочетанием свойств твёрдых тел и жидкостей; они достаточно прочны и вместе с тем способны к достаточно большим обратимым деформациям.

К полимерным материалам относят почти все живые и растительные материалы (шерсть, кость, волос, рог, хлопок, натуральный каучук и т.п.), а также всякого рода синтетические материалы. Большинство природных полимеров представляют собой белковые соединения.

Кроме механических полимеры обладают и другими особыми свойствами. Их растворы имеют повышенную вязкость; упругость пара растворителя над раствором меньше, а осмотическое давление больше, чем должно быть для идеальных растворов. Полимеры способны сильно набухать в жидкостях.

Полимеры характеризуются широким набором ценных физико – химических свойств, что позволяет их использовать в различных областях науки и техники, в том числе и в медицине. Например, в искусственной почке применяются целлофановые мембраны, которые задерживают белок и клеточные элементы крови; эксперименты по созданию искусственных лёгких с силиконовыми мембранами, обладающими высокой пропускной способностью по отношению к кислороду и диоксиду углерода.

Жидкими кристаллами называют вещества, которые обладают свойствами и жидкостей, и кристаллов. Двойственность физических свойств жидких кристаллов обусловлена их внутренним строением. Взаимное расположение молекул в них является промежуточным между аморфным состоянием, в котором отсутствует дальний порядок, и твёрдым кристаллическим, в котором существует как дальний порядок в расположении центров молекул, так и упорядоченность в ориентации молекул.

Особый класс составляют кристаллы холестерического типа, молекулы которых собраны в слои. Их молекулярная структура очень чувствительна к любому малейшему внешнему воздействию. Так, температура оказывает большое влияние на цвет кристалла, в зависимости от температуры он может быть любого цвета – от фиолетового до красного. Такие свойства жидких кристаллов используют для измерения изменений температуры различных частей тела. Свойства жидких кристаллов изменяются в присутствии ничтожных количеств паров химических веществ. Это позволяет использовать жидкие кристаллы для обнаружения следов этих веществ.

Как технический объект биологическая ткань – композиционный материал. Он образован объёмным сочетанием химически разнородных компонентов. Механические свойства биологической ткани отличаются от механических свойств каждого компонента, взятого в отдельности. Методы определения механических свойств биологической ткани аналогичны методам определения этих свойств у технических материалов.

*Костная ткань.* Кость – основной материал опорно – двигательного аппарата. Можно считать, что 2/3 массы костной ткани составляет неорганический материал. В остальном кость состоит из органического материала (коллагена). Плотность костной ткани 2400 кг/м3 . Её механические свойства зависят от возраста, индивидуальных условий роста организма. Композиционное строение кости придаёт ей нужные механические свойства: твёрдость, упругость и прочность. При небольших деформациях выполняется закон Гука. Модуль Юнга около 10 ГПа, предел прочности 100 МПа.

При сильных воздействиях могут возникать переломы. С помощью исследований можно установить вид костной деформации и механизма перелома, особенности повреждающего предмета, направление и силу его воздействия.

Края перелома в области растяжения кости относительно ровные, плотно сопоставляются друг с другом; на месте сжатия – зубчатые. С д Здесь же могут наблюдаться признаки пластической деформацииефектами костной ткани в виде выкрошивания, скола или отщепа компактного вещества –« валикообразное вспучивание» или «жёлобообразное углубление» компактного вещества.Различают следующие виды деформации костной ткани: изгиб, сдвиг, кручение, сжатие.

При деформации изгиба образуются поперечно- оскольчатые переломы с треугольным отломком, обращённым своим основанием к месту приложения силы. Переломы от изгиба могут быть прямыми и непрямыми. Деформация сдвига образуется в результате перпендикулярного кости удара. Сжатие трубчатой кости приводит к образованию раздробленных оскольчатых переломов. Переломы от деформации кручения чаще всего образуются на костях бедра и голени. Отдельные механизмы переломов костей нередко сочетаются, при этом образуются сложные переломы.

*Кожа.* Она состоит из волокон коллагена и эластина и основной ткани – матрицы. сильно (до 200 – 300%), примерно как резина. Коллаген может растягиваться до 10 %, как капроновое волокно. Ясно, что кожа является вязкоупругим материалом с высокоэластическими свойствами. Она хорошо растягивается и удлиняется.

*Мышцы.* В состав мышц входит соединительная ткань, состоящая из волокон коллагена и эластина. Поэтому механические свойства мышц подобны механическим свойствам полимеров.

*Ткань кровеносных сосудов.* Механические свойства кровеносных сосудов определяются свойствами коллагена, эластина и гладких мышечных волокон. Содержание этих составляющих изменяется по ходу кровеносной системы: отношение эластина к коллагену в общей сонной артерии 2 : 1, а в бедренной артерии 1 : 2. С удалением от сердца увеличивается доля гладких мышечных волокон. При детальном исследовании механических свойств сосудистой ткани различают, каким образом вырезан из сосуда образец (вдоль или поперёк). Можно, однако, рассматривать деформацию сосуда в целом как результат действия давления изнутри на упругий цилиндр.

В заключение отметим разделы и направления медицины, для которых особо важно иметь представление о механических свойствах биологических тканей:

в космической медицине;

результативность спортивных достижений побуждают спортивных медиков обращать внимание на физические возможности опорно – двигательного аппарата человека;

механические свойства тканей нужно учитывать гигиенистам при защите человека от вибраций;

в протезировании при замене естественных органов на искусственные;

в судебной медицине следует знать устойчивость биологических структур по отношению к различным деформациям;

в травматологии и ортопедии вопросы механического воздействия являются определяющими.

*Вопросы*

1. В судебной медицине под повреждением понимают нарушение анатомической целостности функции тканей, органов, возникшее от воздействия фактора, причинившее вред здоровью. Под нарушением анатомической целостности органа или ткани понимаются видимые невооружённым глазом разрушение структуры органа или ткани. Например, разрез кожи, перелом кости и т.п. Можно ли назвать повреждение и нарушение анатомической целостности деформацией? Что такое деформация? Какие бывают деформации?
2. В судебно – медицинской литературе перелом кости определяется как разъединение кости с образованием двух поверхностях излома, не существовавших ранее и допускающих их смещение относительно друг друга. Что такое перелом с точки зрения физики? К какому виду деформаций относится перелом?

*Задачи*

1. Внешний диаметр локтевой кости 15 мм, предел прочности кости 10 Па. Какую силу надо приложить при осевой нагрузке к кости, чтобы произошёл разрыв? Толщина стенки кости 3 мм.

*Задание*

1. Привести примеры использования полимеров в медицине.
2. Применение жидких кристаллов в медицине.

**Литература**

* 1. Акопов, В.И. Судебно-медицинская экспертиза повреждений тупыми предметами. – М.: Медицина, 2000 – 111 с.
  2. Атлас по судебной медицине / Под ред. А.А. Солохина, М.: Медицина, 2000. – 512 с.
  3. Задачи интегрированного содержания по физике: Учебное пособие для начального профессионального образования Ч.1 / Под общей ред. С.А.Тимошенко. – Кемерово: Изд-во ГОУ «КРИРПО», 2013.-114с.
  4. Задачи интегрированного содержания: Учебное пособие / Департ. образования Администр., Н.И.Двороненко, Г.Е.Козырева и др. Под общей ред. С.А.Тимошенко.- Кемерово, 2000.- 78 с.
  5. Инновации в профессиональном образовании. Тезисы докладов и сообщений региональной научно-практической конференции 20 марта 2002 г. Кемерово: Изд-во Кем. гос. проф.-пед. колледжа, 2002 с. 141
  6. Лабораторные методы исследования при судебно – медицинской экспертизе механических повреждений (Методические рекомендации) / Под ред. А.П.Загрядской. – Горький, 2000. – 42 с.
  7. . Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для мед. вузов – М.: Высш. школа, 1987. – 638 с.: ил.
  8. Семке, А.И. Нестандартные задачи по физике. Для классов естественно-научного профиля / А.И.Семке. – Ярославль: Академия развития, 2017. – 320 с.: ил. – (В помощь учителю).
  9. Семке, А.И. Нестандартные задачи по физике. Для классов гуманитарного профиля / А.И.Семке. – Ярославль: Академия развития, 2017. – 256 с. – (В помощь учителю).

**Интернет – ресурсы**

* 1. .[https://thepresentation.ru/img/tmb/5/462004/fb9396643ef416ec84fc6c3d6ec03d85-800x.jpg https://thepresentation.ru/img/tmb/5/452251/b57952c5fa948a35910e0c034a15d13f-800x.jpg](https://thepresentation.ru/img/tmb/5/462004/fb9396643ef416ec84fc6c3d6ec03d85-800x.jpg%20https:/thepresentation.ru/img/tmb/5/452251/b57952c5fa948a35910e0c034a15d13f-800x.jpg)
  2. <https://kmk69.ru/uploads/ckeditor/attachments/1279/Лечебное_дело_Приказ_Минпросвещения_России_от_04.07.2022_N_526_Об_утвержд.pdf?ysclid=m0brd3xj4f866082863>
  3. <https://medcollege62-rzn.ru/profstandart?ysclid=m0brk2bwb8190983055>
  4. <http://www.svetlanasuvorova.ru/normativnye_akty/profstandarty/professional_nye_standarty_rabotnikov_so_srednim_special_nym_medicinskim_obrazovaniem/?ysclid=m0brnoy4x2803809991>
  5. <https://mymosk.ru/sveden/files/FGOS_34.02.01_Sestrinskoe_delo.pdf>
  6. <https://mededu53.ru/images/pages/pedagogam/uchebno_metodicheskaia_rabota/34.02.01_pop_spo_sestrinskoe_delo.pdf>
  7. <https://meduniver.com/Medical/Neotlogka/158.html?ysclid=m0dozak5bi442454413>
  8. <https://studfile.net/preview/6187629/page:71/>
  9. <https://ae04.alicdn.com/kf/H8cb086fee5f347d5860d47b000ab21c1T.jpg>
  10. <https://unclinic.ru/kak-rabotaet-pulsoksimetr-kak-im-polzovatsja-normy/>
  11. <https://yandex.ru/patents/doc/RU2406437C1_20101220?ysclid=m0f30c9sqy370599341>
  12. <https://centrideia.ru/metodicheskaya-kopilka/metodicheskoe-posobie-tehnologiya-izmereniya-arterialnogo-davleniya-pulsa-i>
  13. <https://centrideia.ru/metodicheskaya-kopilka/metodicheskoe-posobie-tehnologiya-izmereniya-arterialnogo-davleniya-pulsa-i>
  14. <http://www.salavatmk.ru/about/2020/Оценка%20функционального%20состояния%20(2).pdf?ysclid=m0f1izpbxx488554811>
  15. <https://studfile.net/preview/10067731/page:20/>

<https://pro-audiologia.ru/images/pdf/loudcurves.pdf?ysclid=m0hpl1n05f777714273>