**Коллоквиум по физике.**

**№1  
Система отсчета. Основные кинематические характеристики поступательного движения: радиус-вектор, перемещение, путь, скорость, ускорение. Кинематика поступательного движения: равномерное и равнопеременное движение.**

**Ответ:**

**Механика** — часть физики, которая изучает закономерности механического движения и причины, вызывающие или изменяющие это движение. **Механическое движе­ние** — это изменение с течением времени взаимного расположения тел или их частей. Механика делится на три раздела: I) кинематику; 2) динамику; 3) статику.

Кинематика изучает движение тел, не рассматривая причины, которые это движение обусловливают.

Поступательное движение — это движение, при кото­ром любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению. Вращательное движение — это движение, при котором все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной и той же прямой, называемой осью вращения.

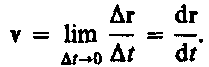
*Система отсчета — совокупность системы координат и часов, связанных с телом от­счета.* В декартовой системе координат, используемой наиболее часто, положение точки *А* в данный момент времени по отношению к этой системе характеризуется тремя координатами *x, y* и *z* или радиусом-вектором **r**, проведенным из начала системы координат в данную точку.

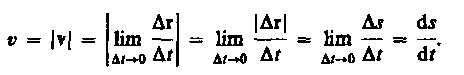
При движении материальной точки ее координаты с течением времени изменяются. В общем случае ее движение определяется скалярными уравнениями

***x = x(t), у = y(t), z = z(t)*** эквивалентными векторному уравнению **r** *=* **r**(*t*). Эти уравнения называются **кинематическими уравнениями** дви­жения **материальной точки.  
Перемещение** *-* вектор Δ**r** = **r** — **r**0, проведенный из начального положения движущейся точки в положение ее в данный момент времени (приращение радиуса-вектора точки за рассматриваемый промежуток времени.

**Радиус**-**вектор**(для произвольной точки в пространстве) — это вектор, идущий из начала координат в эту точку.

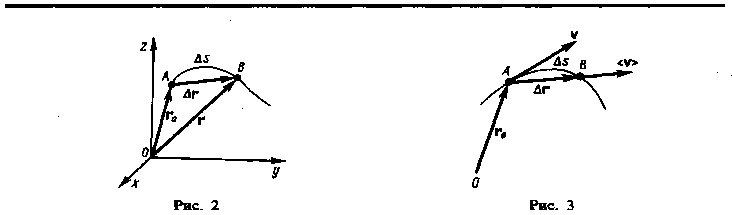
Скорость

Скорость – векторная величина которой определяется как *быстрота* движения, так и его *направ­ление* в данный момент времени.   
**Мгновенная скорость** – при неог­раниченном уменьшении Δ*t* средняя скорость стремится к предельному значению. которое называется **мгновенной скоростью v:** 

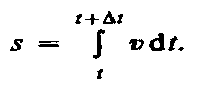
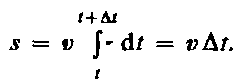
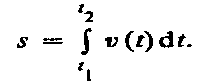
**Мгновенная скорость** v, таким образом, есть векторная величина, равная первой производной радиуса-вектора движущейся точки по времени. Так как секущая в пре­деле совпадает с касательной, то вектор скорости v направлен по касательной к траек­тории в сторону движения (рис. 3). По мере уменьшения Δ*t* путь Δ*s* все больше будет приближаться к |Δr|, поэтому модуль мгновенной скорости:   
При **неравномерном движении —** модуль мгновенной скорости с течением времени изменяется. В данном случае пользуются скалярной величиной 〈*v*〉 — **средней скоро­стью** неравномерного движения: (формула 2.2)

**Вектором средней скорости** <v> называется отношение приращения Δr радиу­са-вектора точки к промежутку времени Δ*t*:

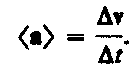
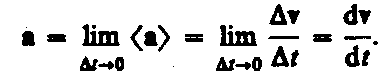
**Путь** — длина участка траектории материальной точки, пройденного точкой за определенное время.  
**Длина пути -** длина участка траектории *АВ,* пройденного материальной точкой с момента начала отсчета времени Δ*s* и является *скалярной функцией* времени: Δ*s =* Δ*s(t)*. (рис.2)



При прямолинейном движении вектор перемещения совпадает с соответствующим участком траектории и модуль перемещения |Δ**r**| равен пройденному пути Δ*s*. 

Если выражение d*s = v*d*t* (см. формулу (2.2)) проинтегрировать по времени в пре­делах от *t* до *t* + Δ*t*, то найдем длину пути, пройденного точкой за время Δ*t*: (2.3)  
При равномерном движении(2.3) имеет вид: Длина пути, пройденного точкой за промежуток времени от *t*1 до *t*2: 

Ускорение

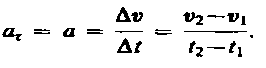
**Ускорение** - физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости по модулю и направлению.  
**Средним ускорением** неравномерного движения в интервале от *t* до *t* + Δ*t* называется векторная величина, равная отношению изменения скорости Δv к интервалу вре­мени Δ*t*   
 **Мгновенное ускорение–**предел среднего ускорения: т.е.:

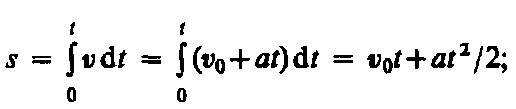
Ускорение *a -* векторная величина, равная первой производной скорости по времени.

Равномерное и равнопеременное движения:

В зависимости от тангенциальной и нормальной составляющих ускорения движе­ние можно классифицировать следующим образом:

1) , *аn =* 0 *—* прямолинейное равномерное движение;

2) , *аn =* 0 *—* прямолинейное равнопеременное движение. Если начальный момент времени *t*1=0, а начальная скорость *v*1*=v*0, то, обозначив *t*2*=t* и *v*2*=v,* получим , откуда

Длина пути, пройденного точкой, в случае равнопеременного движения:   
3) , *аn =* 0— прямолинейное движение с переменным ускорением;

4) , *аn =* const. При  скорость по модулю не изменяется, а изменяется по направлению. Из формулы *an=v*2*/r* следует, что радиус кривизны должен быть посто­янным. Следовательно, движение по окружности является равномерным;

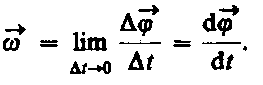
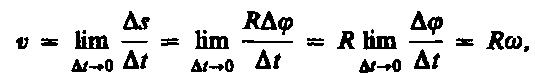
5) *,  —* равномерное криволинейное движение;

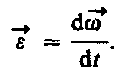
6) , ** — криволинейное равнопеременное движение;

7) *,* ** — криволинейное движение с переменным ускорением.

**№2  
Основные кинематические характеристики вращательного движения: угловой путь, угловая скорость, угловое ускорение. Соотношения между кинематическими характеристиками поступательного и вращательного движения. Равномерное и равнопеременное вращение.**

Угловой путь http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/PHIZIK/PHIZIK/METOD/MEHAN/Gor_3.files/image020.gif – скалярная величина, равная углу, на который перевернется радиус-вектор http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/PHIZIK/PHIZIK/METOD/MEHAN/Gor_3.files/image022.gif данной точки за время*dt*

**Угловая скорость** - векторная величина, равная первой производной угла поворота тела по времени: .  
Линейная скорость точкит.е.   
Формула для линейной скорости в векторном виде: При этом модуль векторного произведения, по определению, равен , а направление совпадает с направлением поступательного движения правого винта при его вращении от  к **R**.  
Если ( = const, то вращение равномерное и его можно характеризовать **периодом** **вращения *T*** — временем, за которое точка совершает один полный оборот, т.е. поворачивается на угол 2π. Так как промежутку времени Δ*t* = *T* соответствует  = 2π, то  = 2π/*T*, откуда. Число полных оборотов, совершаемых телом при равномерном его движении по окружности, в единицу времени называется частотой вращения: откуда

**Угловое ускорение** - векторная величина, равная первой производной угловой скорости по времени: При вращении тела вокруг неподвижной оси вектор углового ускорения направлен вдоль оси вращения в сторону вектора элементарного приращения угловой скорости. При ускоренном движении вектор  сонаправлен вектору  (рис.8), при замедлен­ном — противонаправлен ему.

**Соотношения между кинематическими характеристиками поступательного и вращательного движения:**

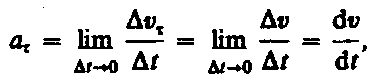
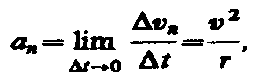
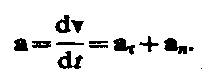
Между поступательным и вращательным движениями существует аналогия, которая позволяет легко запоминать формулы, относящиеся к вращательному движению.  
Основные характеристики поступательного движения: путь S, скорость v, ускорение а и время t. При вращении им соответствуют: угол поворота φ, угловая скорость со, угловое ускорение ε и время t.

**Равномерное и равнопеременное вращение.**

**Равномерное вращение** - вращение тела с постоянной угловой скоростью ω = const.  
http://konspekta.net/studopediaorg/baza3/3001440476888.files/image581.gif . (3.7) - ***уравнение равномерного вращения тела.***Из уравнения (3.7) находим http://konspekta.net/studopediaorg/baza3/3001440476888.files/image583.gif , то есть ***угловая скорость равномерного вращения*** *тела равна отношению приращения угла поворота за некоторый промежуток времени к величине этого промежутка времени.***Равнопеременное вращение** *- вращение тела при котором угловое ускорение постоянно*(*ε=const*) *во все время движения.  
З*акон равнопеременного вращения, если при *t=*0,*φ=φ0, ω=ω0*. соответствующих: http://konspekta.net/studopediaorg/baza3/3001440476888.files/image598.gif , или  
http://konspekta.net/studopediaorg/baza3/3001440476888.files/image600.gif

**№3**

**Тангенциальное и нормальное ускорения. Ускорение при криволинейном движении.**   
Ответ:

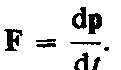
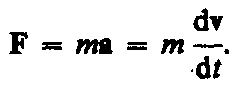
Криволинейное движение – это всегда ускоренное движение. То есть **ускорение при криволинейном движении** присутствует всегда, даже если модуль скорости не изменяется, а изменяется только направление скорости.   
**Тангенциальная составляющая ускорения:** т. е. равна первой производной по времени от модуля скорости, определяя тем самым быстроту изменения скорости по модулю.  
Нормальная составляющая ускорения:  направлена по нормали к траектории к центру ее кривизны (поэтому ее называют также **центростремительным ускорением**).  
**Полное ускорение** тела - геометрическая сумма тангенциальной и нормальной составляющих: .Итак, *тангенциальная* составляющая ускорения характеризует *быстроту изменения скорости по модулю* (направлена по касательной к траектории), а *нормальная* состав­ляющая ускорения — *быстроту изменения скорости по направлению* (направлена к цен­тру кривизны траектории).

**№4  
Понятие силы и массы. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона в механике.** 

**Масса** тела — физическая величина, являющаяся одной из основных характеристик материи, определяющая ее инерционные и гравитационные свойства.  
**Сила** — это векторная величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры.  
**Инерциальная система** отсчета – только в этой системе отсчета выполняется Первый Закон Ньютона. Инерциальной системой отсчета является такая система отсчета, относительно которой материальная точка, *свободная от внешних воздействий,* либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно. *Первый закон Ньютона утверждает существование инерциальных систем отсчета.* Пример: Гелиоцентрическая (звездную) система.

Законы Ньютона.

**Первый закон Ньютона**: *всякая материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит ее изменить это состояние*. Стремление тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется **инертностью**. Поэтому первый закон Ньютона называют также **законом инерции**.  
**Второй Закон Ньютона:** *в инерциальных системах отсчёта ускорение, приобретаемое материальной точкой, прямо пропорционально вызывающей его силе, совпадает с ней по направлению и обратно пропорционально массе материальной точки. Формула:*

(или уравнение движения материальной точки) 

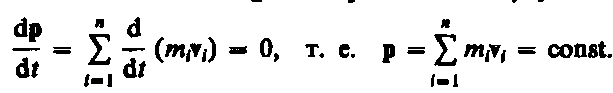
**Третий Закон Ньютона:** материальные точки взаимодействуют друг с другом силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению. **F12 = – F21**,

F12 — сила, действующая на первую материальную точку со стороны второй;

F21 — сила, действующая на вторую материальную точку со стороны первой.

**№5**

**Импульс. Закон изменения импульса для механической системы. Закон сохранения импульса.**

**И́мпульс**  — [векторная](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0) [физическая величина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0), являющаяся мерой [механического движения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) тела. В классической механике импульс тела равен произведению [массы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) *m* этого тела на его [скорость](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) *v*, направление импульса совпадает с направлением вектора скорости: {\displaystyle \vec p=m\vec v.}  
**Закон сохранения импульса**: импульс замкнутой системы сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени. 

**Закон изменения импульса для механической системы** - скорость изменения момента импульса системы равна векторной сумме моментов внешних сил M, действующих на части этой системы.      d**L**/dt=**M**.

**№6  
Работа постоянной и переменной силы. Мощность.**

**Работа силы** - количественная характеристика процесса обмена энергией между взаимодействующими телами.  
**Работа постоянной силы** равняется скалярному произведению силы на перемещение:

A = |F|·|S|·cosa = (F·S)   
**Работа переменной силы** на участке траектории равна сумме элементарных работ на отдельных малых участках пути A=SdA=SFt·dS= =S(F·dr).  
**Мощность** — физическая величина, равная отношению работы, выполняемой за некоторый промежуток времени, к этому промежутку времени. 

**№7  
Кинетическая энергия и ее связь с работой внешних сил.**

**Кинетическая энергия** механической системы — это энергия механического движения этой системы. 

***Работа*** силы, приложенной к телу на пути *r*, численно равна изменению кинетической энергии этого тела: http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D4%E8%E7%E8%F7%E5%F1%EA%E8%E5%20%EE%F1%ED%EE%E2%FB%20%EC%E5%F5%E0%ED%E8%EA%E8/05_f/038.gif Или *изменение кинетической энергии dK равно работе внешних сил*: dK=dA

Работа, так же как и кинетическая энергия, измеряется в джоулях.   
Скорость совершения работы (передачи энергии) называется ***мощность***.   
*Мощность есть работа, совершаемая в единицу времени*.   
Мгновенная мощность http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D4%E8%E7%E8%F7%E5%F1%EA%E8%E5%20%EE%F1%ED%EE%E2%FB%20%EC%E5%F5%E0%ED%E8%EA%E8/05_f/040.gif, или http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D4%E8%E7%E8%F7%E5%F1%EA%E8%E5%20%EE%F1%ED%EE%E2%FB%20%EC%E5%F5%E0%ED%E8%EA%E8/05_f/041.gif Средняя мощность http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D4%E8%E7%E8%F7%E5%F1%EA%E8%E5%20%EE%F1%ED%EE%E2%FB%20%EC%E5%F5%E0%ED%E8%EA%E8/05_f/042.gif

**№8**

**Потенциальные и не потенциальные поля. Потенциальная энергия: в гравитационном поле, упругой пружины (без вывода).**

**Потенциальная энергия** — механическая энергия системы тел, определяемая их вза­имным расположением и характером сил взаимодействия между ними.

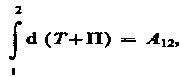
**Потенциальные поля** – это поля, характеризующиеся тем, что работа, совершаемая действующими силами при перемещении тела из одного положения в другое, не зависит от того, по какой траектории это перемещение произошло, а зависит только от начального и конечного положений. Силы, действующие в них, — **консервативные.**

К ***непотенциальным полям*** относятся диссипативные и гироскопические силы. ***Диссипативными силами***называются силы, суммарная работа которых при любых перемещениях замкнутой системы всегда отрицательна (например, силы трения). ***Гироскопическими силами*** называются силы, зависящие от скорости материальной точки, на которую они действуют, и направленные перпендикулярно к этой скорости. Работа гироскопических сил всегда равна нулю.  
**Потенциальная энергия в гравитационном поле -** http://www.fizportal.ru/k/3104.jpgГде **U(∞) = 0, U(r) = −GMm/r -** определяет работу, которую совершит сила гравитационного притяжения при увеличении расстояния от **r** до бесконечности.

Потенциальная энергия упругой пружины 

**№9  
Полная механическая энергия физической системы. Закон сохранения механической энергии.**

**Полная механическая энергия системы** — энергия механического движения и вза­имодействия: т. е. равна сумме кинетической и потенциальной энергий.

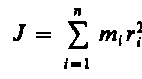
Правая часть равенства задает работу внешних неконсервативных сил, дейст­вующих на систему. Таким образом,имеем (13.2)  
При переходе системы из состояния *1* в какое-либо состояние *2* 

т. е. изменение полной механической энергии системы при переходе из одного состоя­ния в другое равно работе, совершенной при этом внешними неконсервативными силами. Если внешние неконсервативные силы отсутствуют, то из (13.2) следует, что d (*T*+П) = 0,

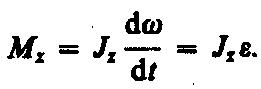
откуда - закон сохранения механической энергии, т. е. полная механическая энергия системы сохраняется постоянной.

**№10**

**Динамические характеристики вращательного движения (момент силы, момент импульса, момент инерции).**

**Моментом инерции** системы (тела) - относительно данной оси называется физическая величина, равная **сумме** произведений масс и материальных точек системы на квадраты их расстояний до рассматриваемой оси:   
В случае непрерывного распределения масс:   
Момент инерции сплошного цилиндра:   
Теорема Штейнера: **:** момент инерции тела *J* относительно произвольной оси равен моменту его инерции *Jc* относительно параллельной оси, проходящей через центр масс *С* тела, сложенному с произведением массы *т* тела на квадрат расстояния *а* между осями.

Кинетическая энергия вращающегося тела:где *Jz —* момент инерции тела относительно оси z.  
**Моментом силы F относительно неподвижной точки** ***О*** называется физическая величина, определяемая векторным произведением радиуса-вектора **r**, проведенного из точ­ки ***О*** в точку ***А*** приложения силы, на силу **F:** **,** где α— угол между r и F; *r* sinα = *l* — кратчайшее расстояние между линией действия силы и точкой *О —* **плечо силы.  
Моментом силы относительно неподвижной оси** *z* называется *скалярная* величина *Mz ,* равная проекции на эту ось вектора М момента силы, определенного относительно произвольной точки *О* данной оси z (рис. 26). Значение момента *Мz* не зависит от выбора положения точки *О* на оси z.

Если ось z совпадает с направлением вектора М, то момент силы представляется в виде вектора, совпадающего с осью:   
**Уравнение динамики вращательного движения твердого тела** относительно неподвижной оси:   
**Моментом импульса (количества движения)** материальной точки *А* **относительно неподвижной точки *О*** называется физическая величина, определяемая векторным произ­ведением:

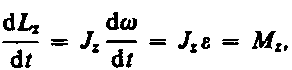
 Модуль вектора момента импульса:  , где

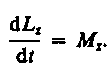
L — псевдовектор, его направление совпадает с направлением поступательного движения правого винта при его вращении от r к р, где α — угол между векторами **r** и **р,** l — плечо вектора **р** относительно точки О.

**Моментом импульса относительно неподвижной оси** *z* называется скалярная величина *Lz,* равная проекции на эту ось вектора момента импульса, определенного относительно произвольной точки *О* данной оси. Момент импульса *Lz* не зависит от положения точки *О* на оси *z.*

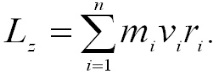
Момент импульса отдель­ной частицы:   
З**акон сохранения момента импульса**: момент импульса замкнутой системы сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени.

**№11  
Уравнение динамики вращательного движения (без вывода).**

**Уравнения динамики вращательного движения твер­дого тела:** 

т. е.

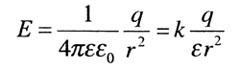
**№12  
 Момент импульса. Закон сохранения момента импульса (без вывода).**

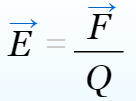
Момент импульса:   
З**акон сохранения момента импульса**: момент импульса замкнутой системы сохраняется, т. е. не изменяется с течением времени.

# №13 Сравнительные характеристики поступательного и вращательного движений.

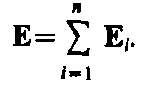
Основные характеристики поступательного движения: путь S, скорость v, ускорение а и время t. При вращении им соответствуют: угол поворота φ, угловая скорость со, угловое ускорение ε и время t.  
 Пусть нам нужно написать уравнение равномерного вращательного движения. Вспоминаем формулу S=vt, справедливую для равномерного поступательного движения, и по аналогии пишем уравнение равномерного вращательного движения: φ=ωt. Для равномерного ускоренного (или замедленного) вращения справедливы формулы: угол поворота φ= ω0t±at2/2 и угловая скорость ω=ω0±εt (по аналогии с S=v0t±at2/2 и v=v0±at). В этих формулах знак "плюс" относится к случаю равномерно ускоренного движения, знак "минус" - равномерно замедленного.

**№14  
Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Силовые линии электростатического поля. Напряженность поля точечного заряда.**

***Электрический заряд* – это физическая величина, характеризующая свойство частиц или тел вступать в электромагнитные силовые взаимодействия.   
Закон сохранения электрического заряда** *q1 + q2 + q3 + ... + qn = const где q1, q2 и т.д. – заряды частиц.***Напряженность поля точечного заряда** *-* **Зако́н Куло́на** — это [закон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_(%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0)), описывающий силы [взаимодействия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D0%B7%D0%B0%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F) между неподвижными точечными электрическими зарядами. Формулировка: Сила взаимодействия двух точечных зарядов в вакууме направлена вдоль прямой, соединяющей эти заряды, пропорциональна их величинам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Она является силой притяжения, если знаки зарядов разные, и силой отталкивания, если эти знаки одинаковы.  
В векторном виде в формулировке Ш. Кулона закон записывается следующим образом: http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/spravochnik/text/1/clip_image095.gif или \vec{F}_{12}=k\cdot\frac{q_1 \cdot q_2}{r_{12}^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}, - закон Кулона в векторной форме, где \vec{F}_{12} — сила, с которой заряд 1 действует на заряд 2; q_1, q_2 — величина зарядов; \vec{r}_{12} — радиус-вектор (вектор, направленный от заряда 1 к заряду 2, и равный, по модулю, расстоянию между зарядами — r_{12}); k — коэффициент пропорциональности.

**Напряженность электрического поля** — это отношение силы, действующей на заряд, к величине заряда. ггг

Где *E* — напряженность электрического поля (Вольт/метр),  
*F* — сила действующая на заряд *Q* (Ньютон),  
*Q* — заряд (Кулон)

**При́нцип суперпози́ции -** Результат воздействия на частицу нескольких внешних сил есть векторная сумма воздействия этих сил. 

Силовые линии электростатического поля имеют следующие свойства:  
-- Всегда незамкнуты: начинаются на положительных зарядах (или на бесконечности) и заканчиваются на отрицательных зарядах (или на бесконечности).  
-- Не пересекаются и не касаются друг друга.  
-- Густота линий тем больше, чем больше напряжённость, то есть напряжённость поля прямо пропорциональна количеству силовых линий, проходящих через площадку единичной площади, расположенную перпендикулярно линиям.

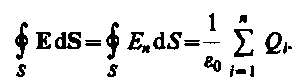
**№15  
Работа в электрическом поле. Потенциальная энергия. Потенциал электрического поля. Потенциал поля точечного заряда. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности и потенциала.**

**Работа в электрическом поле:** http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/spravochnik/text/1/clip_image120.gif **Потенциальная энергия** U(\vec r) — [скалярная](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0) [физическая величина](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0), представляющая собой часть полной [механической энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) системы, находящейся в[полне](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B5_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) консервативных сил.

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *E*р = *mgh* | |

**Электростатический потенциа́л** — [скалярная](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8F%D1%80) [энергетическая](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) характеристика[электростатического поля](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5), характеризующая [потенциальную энергию](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F), которой обладает единичный положительный пробный [заряд](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4), помещённый в данную точку поля http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/spravochnik/text/1/clip_image114.gif  
Потенциал поля точечного заряда:http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/spravochnik/text/1/clip_image118.gif  
Эквипотенциальная поверхность — **воображаемая поверхность, все точки которой имеют одинаковый потенциал**. http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.%20%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%A2%D0%BE%D0%BA/03_f/068.gif  
**Связь напряженности и потенциала** : http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.%20%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%A2%D0%BE%D0%BA/03_f/054.gif

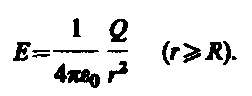
**№16  
Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса в вакууме.**

Теорема Гаусса в вакууме:   
Поток вектора напряженности электрического поля

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.%20%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%A2%D0%BE%D0%BA/02_f/021.gif |  |  |

где *En* – произведение вектора http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.%20%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%A2%D0%BE%D0%BA/02_f/005.gif на нормаль http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.%20%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%A2%D0%BE%D0%BA/02_f/022.gif к данной площадке

**№17  
Применение теоремы Гаусса для расчета электрических полей и потенциалов заряженных тел: плоскость, две плоскости, полая сфера (без вывода).**

Плоскость:   
Две плоскости:   
Полая сфера: 

**№18  
Проводники в электрическом поле. Напряженность электрического поля у поверхности проводника. Электростатическая индукция. Электростатическая защита.**

**Проводники** — тела, в которых электрический заряд может перемещаться по всему его объему. Проводники делятся на две группы: 1) **про­водники первого рода** (металлы) — перенос в них зарядов (свободных электронов) не сопровождается химическими превращениями; 2) **проводники второго рода** (например, расплавленные соли, растворы кислот) — перенос в них зарядов (положительных и отрицательных ионов) ведет к химическим изменениям.

Напряженность поля равномерно заряженной сферической поверхности в точках, лежащих вне и внутри сферы на расстоянии *r* от ее центра, соответственно равна: http://izi.vlsu.ru/teach/books/103/les3/image83.gif

**Электростатическая индукция** — явление наведения собственного электростатического поля, при действии на тело внешнего [электрического поля](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5).   
**Электростатическая защита** — помещение приборов, чувствительных к электрическому полю, внутрь замкнутой проводящей оболочки для экранирования от внешнего электрического поля.

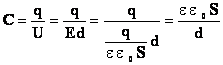
**№19**

**Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Расчет электроемкости для: плоского конденсатора. Параллельное и последовательное соединение конденсаторов (формулы).**

Уединенным будем называть проводник, размеры которого много меньше расстояний до окружающих тел. Пусть это будет шар радиусом **r**. Если потенциал на бесконечности принять за 0, то потенциал заряженного уединенного шара равен: Емкость уединенного проводника , где **e** - диэлектрическая проницаемость окружающей среды.  Следовательно: Емкость уединенного проводника

**Конденсатор** представляет собой систему из двух проводников, разделенных слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводников.

Емкость плоского конденсатора.

, т.о. емкость плоского конденсатора зависит только от его размеров, формы и диэлектрической проницаемости.  
**Параллельное соединение конденсаторов**

На рис. 1 изображено параллельное соединение нескольких конденсаторов. В этом случае напряжения, подводимые к отдельным конденсаторам, одинаковы: U1 = U2 = U3 = U. Заряды на обкладках отдельных конденсаторов: Q1 = C1U, Q2 = C2U, Q3 = C3U, а заряд, полученный от источника Q = Q1 + Q2 + Q3.

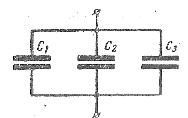


Рис. 1. Схема параллельного соединения конденсаторов

Общая емкость равнозначного (эквивалентного) конденсатора:

C = Q / U = (Q1 + Q2 + Q3) / U = C1 + C2 + C3,

т. е. при параллельном соединении конденсаторов общая емкость равна сумме емкостей отдельных конденсаторов.

**Последовательное соединение конденсаторов**

При последовательном соединении конденсаторов (рис. 3) на обкладках отдельных конденсаторов электрические заряды по величине равны: Q1 = Q2 = Q3 = Q

Действительно, от источника питания заряды поступают лишь на внешние обкладки цепи конденсаторов, а на соединенных между собой внутренних обкладках смежных конденсаторов происходит лишь перенос такого же по величине заряда с одной обкладки на другую (наблюдается электростатическая индукция), поэтому и на них по- являются равные и разноименые электрические заряды.

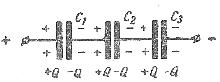


Рис. 3. Схема последовательного соединения конденсаторов

Напряжения между обкладками отдельных конденсаторов при их последовательном соединении зависят от емкостей отдельных конденсаторов: U1 = Q/C1, U1 = Q/C2, U1 = Q/C3, а общее напряжение U = U1 + U2 + U3

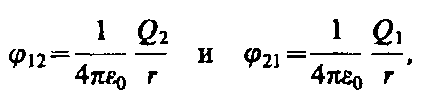
Общая емкость равнозначного (эквивалентного) конденсатора C = Q / U = Q / (U1 + U2 + U3), т. е. при последовательном соединении конденсаторов величина, обратная общей емкости, равна сумме обратных величин емкостей отдельных конденсаторов.

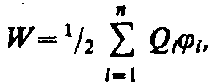
Формулы эквивалентных емкостей аналогичны формулам эквивалентных проводимостей.

**№20  
Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Плотность энергии электростатического поля (формулы).**

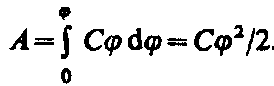
**Энергия системы неподвижных точечных зарядов.**

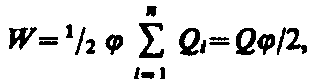
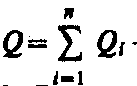
где *ϕ*12 и *ϕ*21 *—* соответственно потенциалы, создаваемые зарядом *Q*2 в точке нахожде­ния заряда *Q*1 и зарядом *Q*1 в точке нахождения заряда *Q*2*.* Согласно (84.5),

поэтому *W*1 *= W*2 *= W* и 

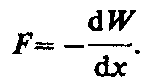
Добавляя к системе из двух зарядов последовательно заряды*Q*3*, Q*4*, ... ,* можно убедиться в том, что в случае *n* неподвижных зарядов энергия взаимодействия системы точечных зарядов равна

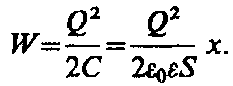
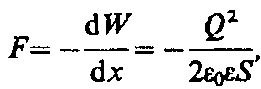
**Энергия заряженного уединенного проводника.** Пусть имеется уединенный провод­ник, заряд, емкость и потенциал которого соответственно равны *Q, С, ϕ.* Увеличим заряд этого проводника на d*Q.* Для этого необходимо перенести заряд d*Q* из бесконеч­ности на уединенный проводник, затратив на это работу, равную   
Чтобы зарядить тело от нулевого потенциала до *ϕ,* необходимо совершить работу

(95.2). Энергия заряженного проводника равна той работе, которую необходимо совер­шить, чтобы зарядить этот проводник:(95.3)

Формулу (95.3) можно получить и из того, что потенциал проводника во всех его точках одинаков, так как поверхность проводника является эквипотенциальной. Пола­гая потенциал проводника равным *ϕ,* из (95.1) найдем  
где  - заряд проводника.

**Энергия заряженного конденсатора**. Как всякий заряженный проводник, конден­сатор обладает энергией, которая в соответствии с формулой (95.3) равна  
(95.4)где *Q —* заряд конденсатора, *С —* его емкость, *Δϕ* — разность потенциалов между обкладками конденсатора.

Используя выражение (95.4), можно найти **механическую** (**пондеромоторную**) силу, с которой пластины конденсатора притягивают друг друга. Для этого предположим, что расстояние *х* между пластинами меняется, например, на величину d*x.* Тогда действующая сила совершает работу d*A=F*d*x* вследствие уменьшения потенциальной энергии системы *F*d*x = —* d*W,* откуда(95.5)Подставив в (95.4) выражение (94.3), получим

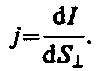
(95.6)Производя дифференцирование при конкретном значении энергии (см. (95.5) и (95.6)), найдем искомую силу:

где знак минус указывает, что сила *F* является силой притяжения.

Плотность энергии электрического поляhttp://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/spravochnik/text/1/clip_image146.gif  
**Объемная плотность** энергии электростатического поля (энергия единицы объема)

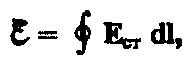
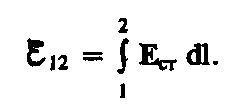


**№21  
Постоянный электрический ток: плотность тока, сила тока.**

**Электрическим током** называется любое упорядоченное (направленное) движение электрических зарядов.  
**Сила тока** *I* скалярная физи­ческая величина, определяемая электрическим зарядом, проходящим через поперечное сечение проводника в единицу времени: C:\Users\1\Desktop\Screenshot_3.png  
Для постоянного тока  
Физическая величина, определяемая силой тока, проходящего через единицу площа­ди поперечного сечения проводника, перпендикулярного направлению тока, называется **плотностью тока:**

**№22  
Сторонние силы. ЭДС и напряжение.**

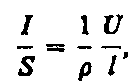
**Сторонние силы** - это силы *неэлектростатического происхождения,* действующие на заряды со стороны источников тока.

Сторонние силы совершают работу по перемещению электрических зарядов. Физи­ческая величина, определяемая работой, совершаемой сторонними силами при переме­щении единичного положительного заряда, называется **электродвижущей силой** **(э.д.с.),** действующей в цепи:э. д. с., действующей в цепи:  
Э.д.с., действующая на участке *1*—*2*, равна

**Напряжение** *U* на участке *1*—*2 -* физическая величина, определяемая работой, совершаемой суммарным полем электростатических (кулоновских) и сторон­них сил при перемещении единичного положительного заряда на данном участке цепи.

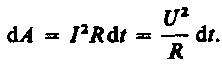


**№23  
Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Сопротивление проводника, зависимость его от температуры. Сопротивление при параллельном и последовательном соединении проводников (формулы). Электропроводность проводников.**

Закон Ома:   
Закон Ома в дифференциальной формегде *ρ* — коэффициент пропорциональности l-длина.  
Закон Ома в интегральной форме: http://physics-lectures.ru/lectures/94/images/image129.gif и http://www.ssofta.narod.ru/8_2.files/image043.gif  
Удельное сопротивление: C:\Users\1\Desktop\Screenshot_4.png  
Температурная зависимость сопротивления :   
Сопротивление проводников при параллельном соединении: R = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}  
Сопротивление проводников при последовательном соединении: C:\Users\1\Desktop\Screenshot_5.png

Электропроводностью проводника называют величину ( 1 / R), обратную сопротивлению.

**№24  
Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.**

Работа тока Если сопротивление проводника *R,* то, используя законОма , получим   
Мощность тока  
**Закон Джоуля-Ленца в интегральной форме:**  **Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме:** и 

**№25  
Закон Ома для неоднородного участка цепи, для замкнутой цепи.**

**Закон Ома для неоднородного участка цепи в интегральной форме,** который является **обобщенным законом Ома.** http://www.ssofta.narod.ru/8_2.files/image043.gif  
*Закон Ома для замкнутой цепи:*