1. **Сложение одинаково направленных колебаний. Векторная диаграмма. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.**
2. **Мех.задача**

**Канат лежит на столе, так, что часть его свешивается со стола, и начинает скользить тогда, когда длина свешивающейся части составляет 30% от всей его длины. Определить коэффициент трения каната о стол.**

*Сложение гармонических колебаний, направленных вдоль одной прямой.*

Рассмотрим сложение одинаково направленных колебаний одного периода, но отличающихся начальной фазой и амплитудой. Уравнения складываемых колебаний заданы в следующем виде:

X(1)=A(1)sin(wt+ф1),

X(2)=A(2)sin(wt+ф2),

Где x1  и x2 - смещения; A1 и A2  - амплитуды; ф1 и ф2 - начальные фазы складываемых колебаний.

(Рисунок 1.2.)

Амплитуду результирующего колебания удобно определить с помощью векторной диаграммы, на которой отложены векторы амплитуд A1(~) и A2(~) складываемых колебаний под углами ф1  и ф2 к оси х и по правилу параллелограмма получен вектор амплитуды суммарного колебания A(~)  . Если равномерно вращать систему векторов (параллелограмм) и проектировать векторы на ось OY, то их проекции будут совершать гармонические колебания в соответствии с заданными уравнениями. Взаимное расположение векторов A1(~)  , и A2(~) при этом остается неизменным, поэтому колебательное движение проекции результирующего вектора A(~)тоже будет гармоническим.

Отсюда следует вывод, что суммарное движение - гармоническое колебание, имеющее заданную циклическую частоту. Определим модуль амплитуды А результирующего колебания В (дельта)OOK1 угол OK1K=[П-(ф2-ф1)] (из равенства противоположных углов параллелограмма).

Следовательно:  
2(ф2-ф1)+2**α=2П**  
отсюда:

**α=[П-(ф2-ф1)],**  
Согласно теореме косинусов:  
A^2=(A1^2)+(A2^2)-2A1A2cos[П-(ф2-ф1)]   
или

(A^2)=(A1^2)+(A2^2)-2A1A2cos(ф2-ф1)

Начальная фаза ф0  результирующего колебания определяется из (дельта)OKD  :  
lgф0=(KD)/(OD)=(KC+CD)/(OE+ED)=(A2sinф2+A1sinф1)/(A2sinф2+A1sinф1)

Соотношения для фазы и амплитуды позволяют найти амплитуду и начальную фазу результирующего движения и составить его уравнение:

*X=Asin(wt+ф)*

**Векторная диаграмма** — графическое изображение меняющихся по закону синуса (косинуса) величин и соотношений между ними при помощи направленных отрезков — [векторов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). [Гармоническое (то есть синусоидальное) колебание](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) может быть представлено графически в виде [проекции](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F)) на некоторую ось (обычно берут ось координат Оx) вектора, вращающегося с постоянной [угловой скоростью](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) ω. Длина вектора соответствует [амплитуде](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B0), угол поворота относительно оси (Ox) — [фазе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9).

**Рисунок 1.**

**Допустим, что материальная точка может совершать колебания как вдоль оси Ох, так и вдоль оси Оy с одинаковой круговой частотой w0. Тогда уравнения колебаний запишутся следующим образом:**

Рисунок 1.1

**x=A(1)\*(cos ω0\*t+ φ1)**

**y=A(2)\*(cos ω0\*t+ φ2)**

1. **Если Δφ= φ1- φ2=const , то материальная точка движется по траектории, заданной уравнением эллипса:**

**X^2/(A(1)^2)+y^2/(A(2)^2)-2xy/A(1)A(2)\*cos Δ φ=sin^2 φ**

**2) Если Δ φ=k\* π** ,**где k=0,1,2… , то y= (плюсминус)[A(2)/A(1)]\*x и материальная точка совершает колебания вдоль этой прямой**

**Фигуры Лиссажу** — [замкнутые траектории](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BC%D0%BA%D0%BD%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F), прочерчиваемые точкой, совершающей одновременно два [гармонических колебания](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Вид фигур зависит от соотношения между [периодами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) ([частотами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%B0)), фазами и [амплитудами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B0) обоих колебаний. В простейшем случае равенства обоих периодов фигуры представляют собой эллипсы, которые при разности фаз 0 или \piвырождаются в отрезки прямых, а при разности фаз **π/2** и равенстве амплитуд превращаются в окружность.

**Рисунок 2.**

***Канат лежит на столе, так, что часть его свешивается со стола, и начинает скользить тогда, когда длина свешивающейся части составляет 30% от всей его длины. Определить коэффициент трения каната о стол.***

***Рисунок 3.***

2-й закон Ньютона для части каната, лежащей на столе, запишется в виде: m(2)g(~)+T(~)+F(~)(тр)=0

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image003_0013.png*

Проекция на ось *Х: -F(тр)+T=0*

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image005_0012.png*

Проекция на ось *Y: N-mg=0*

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image007_0012.png*

Сила трения F(тр)=kN=kmg; T=kmg

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image009_0011.png*

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image011_0010.png*

2-й закон Ньютона для свисающей части каната запишется в виде m(1)g(~)+T(~)=0

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image013_0009.png*

Проекция на ось *Y: T-m(1)g=0; T=m(1)g*

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image015_0009.png*

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image017_0007.png*

Приравнивая (T=kmg) и (T=m(1)g): kmg=m(1)g

*http://bog5.in.ua/problems/volkenshtejin/dyn/img_dyn/clip_image019_0005.png*

Находим

k=m(1)/m(2)=l(1)/l(2)=(0,3\*l)/(0,7\*l)=0,43

**1.Теплоёмкость идеального газа. Определения. Молярная теплоёмкость при постоянном давлении С(v) постоянном давлении С(p). Зависимость молярных теплоёмкостей от числа степеней свободы. Формула Майера.**

**Теплоемкость.**

**Теплоемкостью** называется величина, равная количеству теплоты, которое нужно сообщить телу, чтобы повысить его температуру на один Кельвин:

C=бQ/dT

Теплоемкость одного моля вещества называется **молярной теплоемкостью:**

Cмол=C/ню

Единицей молярной теплоемкости в системе СИ является **Дж/(моль К).**

Теплоемкость единицы массы вещества называется **удельной теплоемкостью:**

Cуд=C/m

Единицей удельной теплоемкости в системе СИ является **Дж/(кг К).**

Молярная и удельная теплоемкости связаны соотношением:

Cуд=Cмол/ **μ**

Молярная теплоемкость в изохорическом процессе: C(v)=dU/dT=ню\*(i/2)RT

Молярная теплоемкость в изобарическом процессе : C(p)=dU/dT+P\*(dU/dT)(p-снизу)

C(v)=dU/dT=i/2\*R

C(p)=C(v)+R=i+2/2\*R

(ур-е Майера): молярная теплоемкость идеального газа при постоянном давлении больше молярной теплоемкости при постоянном объеме на универсальную газовую постоянную R.

C(p)=C(v)+R

В изотермическом процессе постоянна температура, то есть dT=0. При изменении объёма газу передаётся (или отбирается) некоторое количество тепла => C=-бесконечность

Теплоемкость идеального газа зависит только от температуры и по определению может быть найдена лишь в интервале температур.

**2. МФ и Т. Задача**

**Найти коэффициент теплопроводности водорода, если известно, что коэффициент внутреннего трения при этих условиях равен η=8,6\*10^-6 Па\*c**

**Коэффициент теплопроводности равен k=1/3(), где c(v-снизу, уд-сверху)**– *удельная теплоемкость газа при постоянном объеме.*

***Коэффициент вязкости* (коэффициент внутреннего трения) равен η =1/3\*ρ.**

**Отсюда : k=c(v,уд)\* η**

**Удельная теплоёмкость: С(v)=(i/2μ)\*R, где i- число степеней свободы, μ – иолярная масса газа.**

**Тогда: k= η \*c(v,уд) = η\*(i/2μ)\*R=8,6\*10^-6\*(5/2\*2\*10^-3)\*8,31=89,33\*10^-3 Вт/m\*K**