Костарев А.В. Лекции, план, примеры, оценка

http://narod.ru/disk/5063430001/TMKostarev.zip.html

Экзамен начинается сегодня. Бутенин,т.1 – Mещерский

**Л1**

**СТАТИКА ТВ.ТЕЛА**

**Векторная алгебра сил**

**Предмет и модели механики.**

Предмет

Архимед (3 век до нашей эры), Леонардо Да Винчи (15в), Галилей и Декарт (16в).

Предмет – Разделы – Модели (Пространство, время, Тв тело)

**Меры взаимодействия тел: Сила и Момент**

**Сила. Проекция и составляющая силы**

Тела – Шарик на нити – Взаимод (точка-линия-напр) – Вектор? – Модуль-Размерность – Проекция – Орт – Разложение – Составляющие – 2 –

Т косинусов – Дек простр –Составляющие-проекции - Модуль

**Система сил. Главный вектор системы сил.**

Многоугольник – Аналитически

**Момент силы относительно точки. Теоремы о моменте**

Фиксация точки тела – Вращение силой – Момент– Напр (Аксиальность) –Ориентация – Правый винт – Модуль – Размерность – 0 – Теоремы (зависимость – проекции– мом отн оси)

**Матричное вычисление векторного произведения.**

**Присоединенная матрица Аналитическое выражение момента**

## **Момент силы отн оси** .

Опред – Пр точки на ось – Окружность – Смеш пр – Перестановка- Касательная – /kxr/=h – Знак – 0-

**Алгебраический момент силы относительно** **центра для плоской системы сил.**

**Л2**

**Главн. момент системы. Зависимость Мо от центра**

Опред- Аналит опред..-Модуль-Напр-Зависимость

**Вращательная системы. Пара сил**

V=0-Пара (опред-пл-плечо)-Гл.момент=мом пары

# **Условия сохранения покоя дискретной мех системы.**

### Дискретная система - Покой -Система отсчета- Точка

**Принципы (аксиомы) механики. Условия сохранения покоя точки.**

Точные науки – Опыт - Ньютон

1. Пр инерции Галилея - Изол точка - До Галилея- Гелиоцентр-Геоцентр сист-
2. Основной принцип-

Сл1: Покой нарушает только F

Сл2: Либо сила, либо ускорение неизвестно.

1. Пр внутр аддит действий (3й закон Н). Свойства внутренних сил.

(2 точки) **F1 + Fi’+ F2 + Fi = F1** + **F2**

Следствие: Парность взаимод.- Внутр. силы-Свойства (V,M=0, неизвестны)

1. Пр внеш аддитивности действий. (сложение сил в точке)

Равнодействующая в точке – 2 силы (Параллелограмм)

Сл1: 2й закон**- mW=Σ Fk -**

Сл2: НиД Усл покоя точки. Необходимость – Люстра – Натяжение троса

Достаточность – 2 силы – Только парны

Сл3: Сила создает силу - Натяжение троса от веса люстры

**Условия сохранения покоя произвольной дискретной системы.**

**Необходимые условия равновесия внешних сил.**

Система- Покой- Точка- Необх и Достаточные Fi+Fe=0- Часть или комбинация необх - Свойства вн сил - Избавимся- Сумма- Условия

Покой- Соблюдаются- Неизвестные-Уравнения

**Необходимые уравнения равновесия внешних сил**

**Нагрузка и реакции связи. Прямая задача статики**

Тело – (Дальнодействие – Нагрузка) – (Связи – Реакции) –

Достаточные связи- Покой – Необходимость - Прямая задача статики – Уравнения – – (Единственность ) – Однородная –

Стат Опред связи - Нет нагрузки = нет реакций –

Квадратная-Столбцы-Определимые-Правило-Избыточность-Пример

**Л3**

http://narod.ru/disk/6015734001/TMKostarev.zip.html

## **Достаточность условий равновесия внешних сил для сохранения покоя твердого тела. Обратная задача статики.**

Абс тв тело – Приемлема - Покой изолир-

Приложим уравновешенную- ***Теорема***

От противного - Наложим связи – Покой -{F+R}~0 -V{R},Mo{R}=0 –

Все R=0 – Противоречие – Мяч (до и после деф)

**Скалярные условия равновесия частных систем сил. Задачи статики**

Произвольная простр. сист.-Матрично:

Сист сход.сил - Теорема 3х сил (Док)

Плоская сист (V┴M). - 3 вида - Сист.параллельных.сил

Прямая - Обратная задачи - Смешанная задача (вал)

##### Эквивалентные преобразования сил, приложенных к ТВ телу

**Теорема о стат эквив 2х систем сил.**

Точка – Аддитивнось – Равнодействующая - Тв тело - Больше

Несвоб тело - Достаточные связи – Покой – Все силы ~0 - Мост – Эквивалентные преобразование уравновешенной системы –

Стат опред связи - ***Опред*** стат эквив нагрузок- Мост (Р не эквив) -

***Теорема*** из ед решений уравнений V{R}= –V{F}

**Эквив преобразования силы и пары сил в твердом теле.**

**Теорема Пуансо.**

– Эквив преобразование нагрузки - Мост

Теорема (сравнение V, Mo)- Приведение к С

**Условия существования равнодействующей. Т. Вариньона**

Равнодейств.-Условие (пусть существует, тогда V⊥Mo)- Плоск. и пар.сист сил. Т.Вариньона- Тело с 1ой силой нагрузки (реакции) - Реализуемость **Л 4**

**КИНЕМ. ТОЧКИ**

Кинематика изучает- Движение- Время- Нач.мом.

**Способы задания движ. Точки**

Векторный (Центр-r(t)-траект-годограф)-

Коорд (дек-цил-сфер-полярн)

Естеств (тр-0-s(t)-Путь)

**Производная вектор-функции по скалярному аргументу**

a(u)-Δu-Δa-lim-напр

свойства(**a=Const**, a=Const, **a+b**, **ab, axb,** (da/au)x=dax/du)

**Скорость точки при векторном и координатном сп.задания**

*Векторный* Касательна

*Координатный* Декартовы-Полярные - Цилиндрические

**Формулы Френе Скорость точки при естественном сп. задания**

Базис по формулам Френе

 =dr/dσ - Напр- Модуль

kn =d/dσ -Нормальна- Вогнутость- Кривизна к- ρ

#### Бинормаль

Соприк плоск.- Окружность

Скорость

**Ускорение точки**

*Векторный* Касательно к годографу - Равномерое движ.

*Координатный* Декартовы

*Естественный* Касат- Норм- Равнопеременное

**Л5**

Равнопеременное -Равномерное

**КИНЕМАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**Гл. Теорема о распределении скоростей в твердом теле**

**Формула Эйлера.**

**Угловая скорость тела**

Сист отсчета- Вектор в теле-

Это проекции скорости конца орта с первым индексом при его вращении вокруг орта со вторым индексом по правилу правого винта

вектор-столбец *ω* Матрица векторного умножения

*a\* =Ω a*

**Теорема о распределении скоростей. Метод полюса**

Полюс– Метод - Основная формула - Теорема-

Следствия (Va=Vb, Обратное, Проекции- Кривошип)

**Л6**

**Гл. Простейшие движения ТВ тела**

**Поступательное дв**

Опред- Скорости- Термины- Мгновенно пост.- Кривош

Поступ- Траектории- Ускорения

**Вращательное дв. Угловая скорость и ускорение**

Рис- Закон-

*=*

z =

Угл. ускор- Напр- Ускоренное- Замедленное

**Cкорость и ускорение точки вр тела**

Распределение. Матричные формулы

**Л. 7**

**Cкорость и ускорение точки вр тела**

Распределение. Матричные формулы

**Гл. Плоское движение тв.тела**

**Закон движения. Плоская фигура**

Опред-Скалярно на n- Плоск.фиг-Закон движ- Коорд.точи-Т

**Скорость и ускорение точки плоск. Фигуры**

Закон-Скорость-Ускор

tgb- Матричные ф-лы

**Распределение скоростей вокруг мгновенного центра скоростей.**

МЦС. Теорема. Распределение

**Распределение ускорений вокруг мгновенного центра ускорений**

МЦУ- Теорема- Векторно и матрично

Распредение- Частные случаи

Колесо- Эллипсограф

**Свободное движение тела**

**Скорость и ускорение точки тела.**

Закон- Метод полюса- Скорость и ускорение векторно и матрично.

**Свободное движение тела**

**Скорость и ускорение точки тела.**

Закон- Метод полюса- Скорость и ускорение векторно и матрично.

**Л 8**

**Гл Составное движение точки**

**Абсолютное, относительное и переносное движение точки.**

**Связь абсолютной и относительной производных.**

**Теорема о сложении скоростей.**

Системы- Движения отн-пер-абс- Связь производных

Теорема векторно и матрично.

Пример (Метод остановки и матрично)-Преимущества

**Теорема о сложении ускорений**

Дифф. скоростей- Теорема о связи- Переносн.ускор

Wc-Теорема векторно – Матрично в подвижных осях

Пример (Метод остановки- Матрично)

**Л 9**

**Сложение вращений тв тела**

**Теорема о сложении угловых скоростей**

Системы отсчета- Т-ма Элера- Т-ма о связи производных

**Сложение вращений тела вокруг пар осей.**

**Пара вращений**

Сонаправлено- Противоположно Скорость тела при паре вращений

**Дифференциальный и планетарный механизм.**

**Метод Виллиса.**

**Сферическое движение тела**

**Закон вращения. Углы Эйлера**

**Угловая скорость и ускорение тела**

Углы-Повороты- Угл скор

Теорема о сложении угловых скоростей

ωx=ϑ\*cosψ+ϕ\*sinψ sinϑ;

ωy= ϑ\*sinψ−ϕ\*cosψ sinϑ;

ωz= ψ\*+ ϕ\*cosϑ

Мгнов ось

**Сорость и ускор точки**

векторно и матрично

**Пример конус**

**Л10**

Угл скор Теорема о сложении угловых скоростей

ωx=ϑ\*cosψ+ϕ\*sinψ sinϑ;

ωy= ϑ\*sinψ−ϕ\*cosψ sinϑ;

ωz= ψ\*+ ϕ\*cosϑ

Мгнов ось

**Сорость и ускор точки**

векторно и матрично

**Пример конус**

**Трение**

**Сила, коэффициент и угол трения скольжения**

Классическая механика **-**Касательная реакция – закон Кулона-f (поверхность- материал-не площадь) –Наклонная плоскость– Fh=Ns – Угол – Конус - Самоторможение (винт) –Опрокидывание (шкаф)- Колесо

**Момент и сила сопротивления качению**

Деформации – Твердая дорога – Опрокидывание – δ ≤ k -

Момент трения качения

Твердое колесо – Центральная реакция – δ1 ≤ k1 - Сила сопротивления дороги

Общий случай

**Л11**

**ДИНАМИКА ТОЧКИ**

Динамика- Точка

**Еще раз о принципах механики**

Пр.Галилея- Инерциальные системы- Гелио- Гео

Основной пр.- Два типа систем ед.

Принцип внутренней аддитивности действий Равенство действ. и противодейств.

Принцип внешней аддитивности действий. (паралеллограмм) Сложение сил в точке- Параллелограмм- - Эквивал. Преобразов.

**Дифф. ур движения точки Прямая и обр. задача дин**

Векторно- Силы- Ракета- Проекции (дек-цилиндр-естест)

Прям- Мост

Обрат- Интегр- Неоднозначность (камень)- Нач.усл- С1-6

**Л12**

**Динамика относительного движ точки**

**Основное ур-ние дин. отн. дв. точки (1й вопрос)**

Принцип Галилея- Инерц. Сист.- 2 вопроса (Ур. В других сист- Одна ?)

Системы-Задано-Т.Кориолиса в подв.сист.- Уравнение- Силы инерции

Чтобы составить- Отличие сил инерции от физических

Пример с шариком (реальность)

**Невыполнение пр.Галилея**

Условие отн.покоя- Отличие

Движение по инерции

**Условие инерц.подв.сист (2й вопрос). Принцип отн.Галилея**

Силы инерции- ω=0- Wо=0 – Принцип

**Некоторые док. Неинерц.геоцентр.сист.**

***Сила тяжести (вес) не равна силе притяжения***.

Откл.отвеса от напр. На ценр Земли

Отн.покой точки- Необходимость опоры- Силы притяж и тяжести

g от широты-Max Min- Геоид

***Размыв прав.берегов рек***

Объем-Равномерное дв.на Север- Уравн.- Проекция реакции на Запад

***Циклоны***