

## ЛЕКЦИЯ 10

### Аналитична механика

#### Съдържание

1. Общи сведения за силите.
2. Действие и противодействие.
3. Метод на сеченията.
4. Опорни реакции.
5. Видове прости опори.

#### 1. Общи сведения за силите.

- силата – модел на механичното взаимодействие  
ежедневен опит: механично взаимодействие на материалните тела помежду им или с физични полета – гравитационно, на привличане, електромагнитно
- Нютон – три закона:
  - за инерцията: изолирана материална точка или се намира в покой, или се движи равномерно и праволинейно. Под състояние на равновесие на точка или тяло се разбира не само покой, но и движение по инерция
  - за зависимост на силата от ускорението
  - за действието и противодействието
  - четвърти закон: за всемирното привличане – само количествен израз
- модел на силата (Нютон, “Математически основи на философията,,)
  - величина (големина, интензивност)
  - направление на действието
  - приложна точка
- Математическа интерпретация на този модел: **вектор**

- основни постановки:
  - равни сили: равни по големина, с еднакво направление и една и съща приложна точка, т.е. *могат да се заменят една с друга*
  - това сравнение не е във всяко отношение (тъждество), а само в смисъла на избраните за сравнение параметри
  - на две равни сили съответстват “тъждествени”, в геометричен смисъл вектори
  - съвкупността от няколко сили, приложени в една и съща точка, може да се замени с една сила - *равнодействаща*
  - обратно: всяка сила може да бъде разложена на съвкупност от сили, приложени в една и съща точка
  
- *статически еквивалентни* съвкупности от сили: при замяна на едната съвкупност от сили с другата, покоят (равновесието) на едно тяло или система от тела, към което са приложени, *не се изменя*
  
- *сходяща* система от сили: приложени в една точка
  
- правило за събиране на сили: силов многоъгълник (както събиране на вектори)
  
- деформируемост на телата
  - физично свойство: изменение на тяхната форма
  - величината на това изменение зависи от различни условия: от материала на телата, формата им, големината и посоката на приложените към тях сили
  - в техническите задачи: въпрос за ограничаване или оценка на възможните деформации; приближен модел – недеформируеми тела
  
- абсолютно твърдо тяло: абстракция – система от точки, чието взаимно разположение остава неизменно
  
- свободно тяло: не е подложено на никакви въздействия от други тела или полета, освен включените в разглеждането като зададени
  
- основно свойство на модела на абсолютно твърдо тяло:
 

*Едно свободно абсолютно твърдо тяло под действие на две сили ще се намира в равновесие само в случая, когато тези сили са равни по*

големина, имат една линия на действие (права) и имат противоположни посоки.



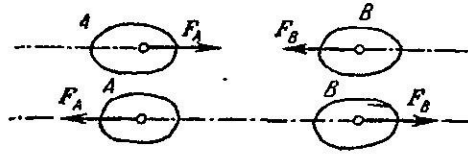
фиг.1.

- Твърдение:  
Приложната точка на една сила може да изменя положението си върху правата (линията на действие), по която е насочена силата, без това да нарушава равновесието на дадено твърдо тяло  
Векторите, интерпретиращи силите, губят свойството си на свързани вектори – с фиксирана приложна точка, а се обобщават като **хлъзгащи вектори**.
- характеристика на силата в статиката на абсолютно твърдо тяло
  - големина (интензивност)
  - линия на действие
  - посока (по линията на действие)
- принцип на втвърдяването
  - ако едно деформируемо тяло е в равновесие, то равновесието не се нарушава, ако тялото или отделни негови части се заменят със съответни твърди тела
  - друга формулировка: в условията за равновесие на деформируемо тяло се включват и тези условия за равновесие, които се отнасят за абсолютно твърдо тяло, което може да се разглежда като получено от деформируемото изходно тяло чрез неговото втвърдяване
  - условията за равновесие на твърда система тела са *необходими*, но не и достатъчни условия за равновесие на деформируема система
  - значение: позволява решаване на прости задачи от статиката на деформируеми тела – нишки, ремъци, вериги, чрез методите на статиката на твърдо тяло

## 2. Действие и противодействие.

- Разглежда се взаимодействие на две материални точки А и В. Ако се счита, че В *действа* на А, то се казва, че А *противодейства* на В.

- Двете сили – на действие и противодействие, имат равни големина, обща линия на действие и са противоположни по посока (трети закон на Нютон)
- Тези сили не се уравнивяват, защото са приложени в различни материални точки



фиг.2.

- В природата не съществува едностранно действие на сили – материалните тела могат само да си взаимодействат, т.е. броят на силите на взаимодействие е винаги четен
- ако се разглежда въпросът за равновесие на дадено тяло, трябва да се разграничават силите, приложени към тялото – за разлика от противодействията, които това тяло причинява на другите тела, с които взаимодейства и които предизвикват действието върху това тяло

### 3. Метод на сеченията.

- при изучаване на условията за равновесие на дадено тяло то мислено се отделя от общото множество взаимодействащи си тела, като самото тяло се разглежда като свободно; цялото внимание се съсредоточава върху силите, приложени към разглежданото тяло
- този метод се нарича метод на сеченията, когато става въпрос за определяне на вътрешни сили в случая на непрекъснати системи; в общия случай вместо една сила се разглежда системата от напрежения
- Пример:  
необходимо е да се определи вътрешната сила в произволна точка С на обтегната нишка (или прът) с краища А и В. Отделя се частта АС от тялото АВ, като действието на СВ върху АС се заменя със силата  $T_c$ , която представлява обтягането в точката С.

#### 4. Опорни реакции.

- принцип на освобождаването

При изучаване на равновесието на дадено тяло то може да се разглежда като свободно, след като се включат всички въздействия върху него от страна на окръжаващите го тела.

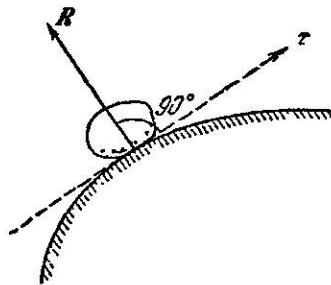
Този принцип се обобщава в динамиката.

- дефиниция:

- *връзки*: тела, ограничаващи свободата на движение на дадено тяло
- *реакции на връзките*: въздействията върху тялото, произтичащи от връзките

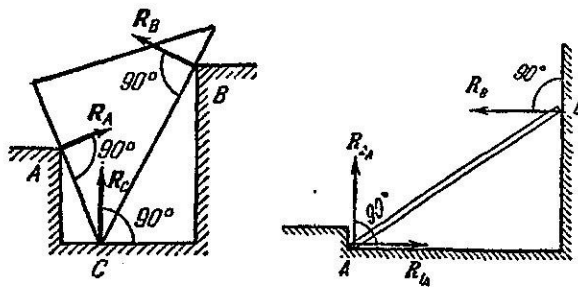
- гладки повърхности – силата на триене е малка и може да се пренебрегне

При идеално гладки повърхности опората се характеризира само с *нормална реакция* – насочена по общата нормала на допиращите се повърхности.



фиг.3.

- когато нормалата не е определена за едната повърхност, за *нормална реакция* се взема тази, която е определена по нормалата за другата (фиг. 4) - когато за другата повърхност нормалата може да се определи:



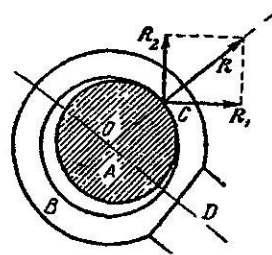
фиг. 4

- когато нормалата не е определена и за двете повърхности, реакцията се разглежда в общ вид – имаща компоненти по различни направления в зависимост от задачата, заедно с момент, породен от двоица сили

## 5. Видове прости опори.

- цилиндричен шарнир

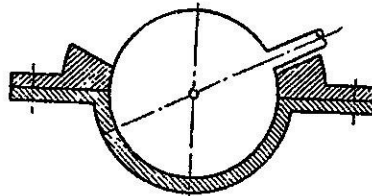
Реакцията на опората е неопределена; допирните точки на повърхностите са различни в различни моменти. Може само да се твърди, че реакцията на опората е в равнина, перпендикулярна на оста на цилиндъра; при пренебрегване на триенето реакцията пресича оста на цилиндъра (фиг.5).



фиг.5

- сферичен шарнир

Реакцията на опората е неопределена; допирните точки на повърхностите са различни в различни моменти. Реакцията на опората при пренебрегване на триенето минава през центъра на сферата (фиг.6).

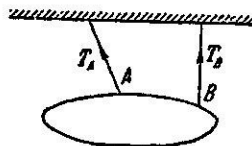


фиг.6

- опори, осъществявани чрез междинни тела

Подпори или окачване на нишки (въжета, вериги).

В първия случай реакциите имат линия на действие, минаваща през точките, в които се осъществява подпирането; във втория – по линията между точките на окачване (фиг.7).



фиг.7