

# Равновесие тел. Виды равновесия.

- ЦЕЛЬ УРОКА:
- Изучить состояние равновесия тел, познакомиться с различными видами равновесия; выяснить условия, при которых тело находится в равновесии.

# Условия равновесия.

- **I условие равновесия:**

- Тело находится в равновесии, если геометрическая сумма внешних сил, приложенных к телу, равна нулю.

$$\sum \vec{F} = 0.$$

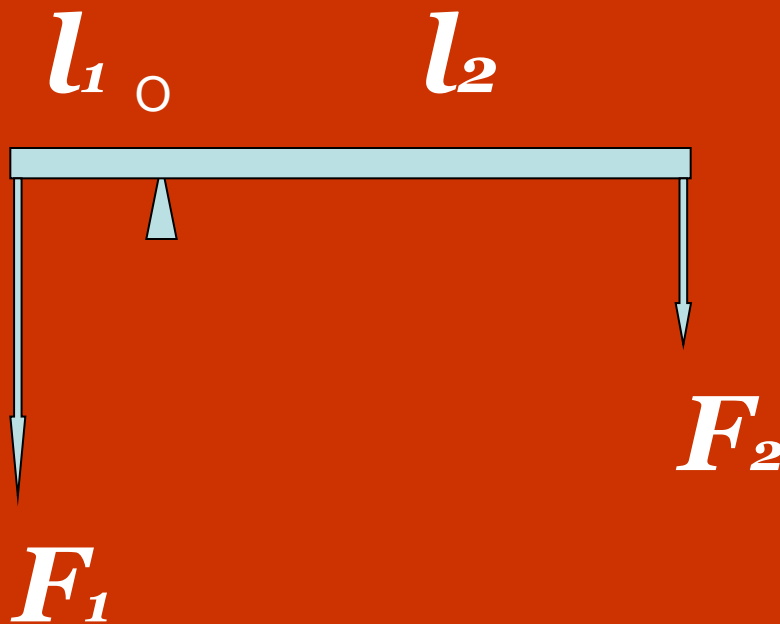
- **II условие равновесия:**

- Сумма моментов сил, действующих по часовой стрелке, должна равняться сумме моментов сил, действующих против часовой стрелки.

$$\sum M_{\text{по час.}} = \sum M_{\text{против час.}}$$

- $M = F l$ , где  $M$  – момент силы,  $F$  - сила,  $l$  – плечо силы – кратчайшее расстояние от точки опоры до линии действия силы.

# Условие равновесия рычага.

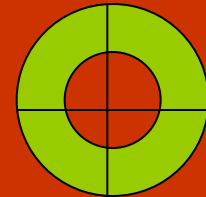
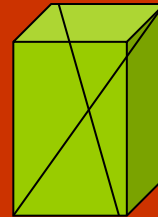
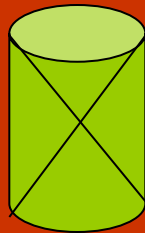
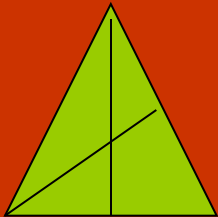
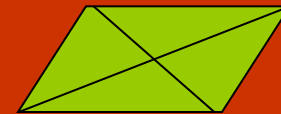
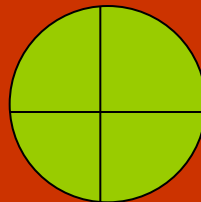


$$M_1 = M_2$$

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

# Центр тяжести тела.

- Центр тяжести тела- это точка, через которую проходит равнодействующая всех параллельных сил тяжести, действующих на отдельные элементы тела.



# ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ



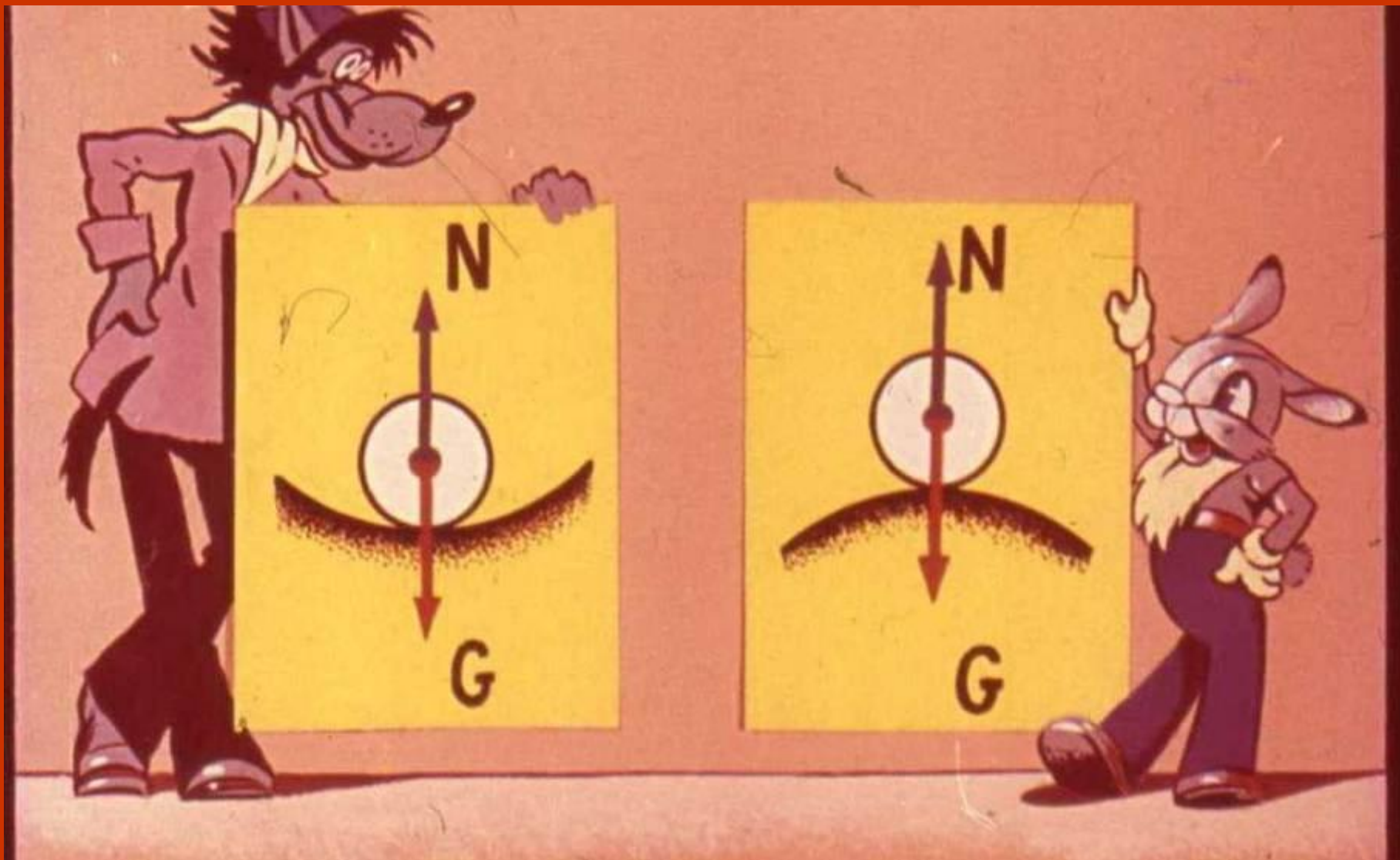
*Устойчивое*



*Неустойчивое*



*Безразличное*



Если на тело, имеющее опору, действуют **уравновешивающие силы**, то тело находится в положении **равновесия**.

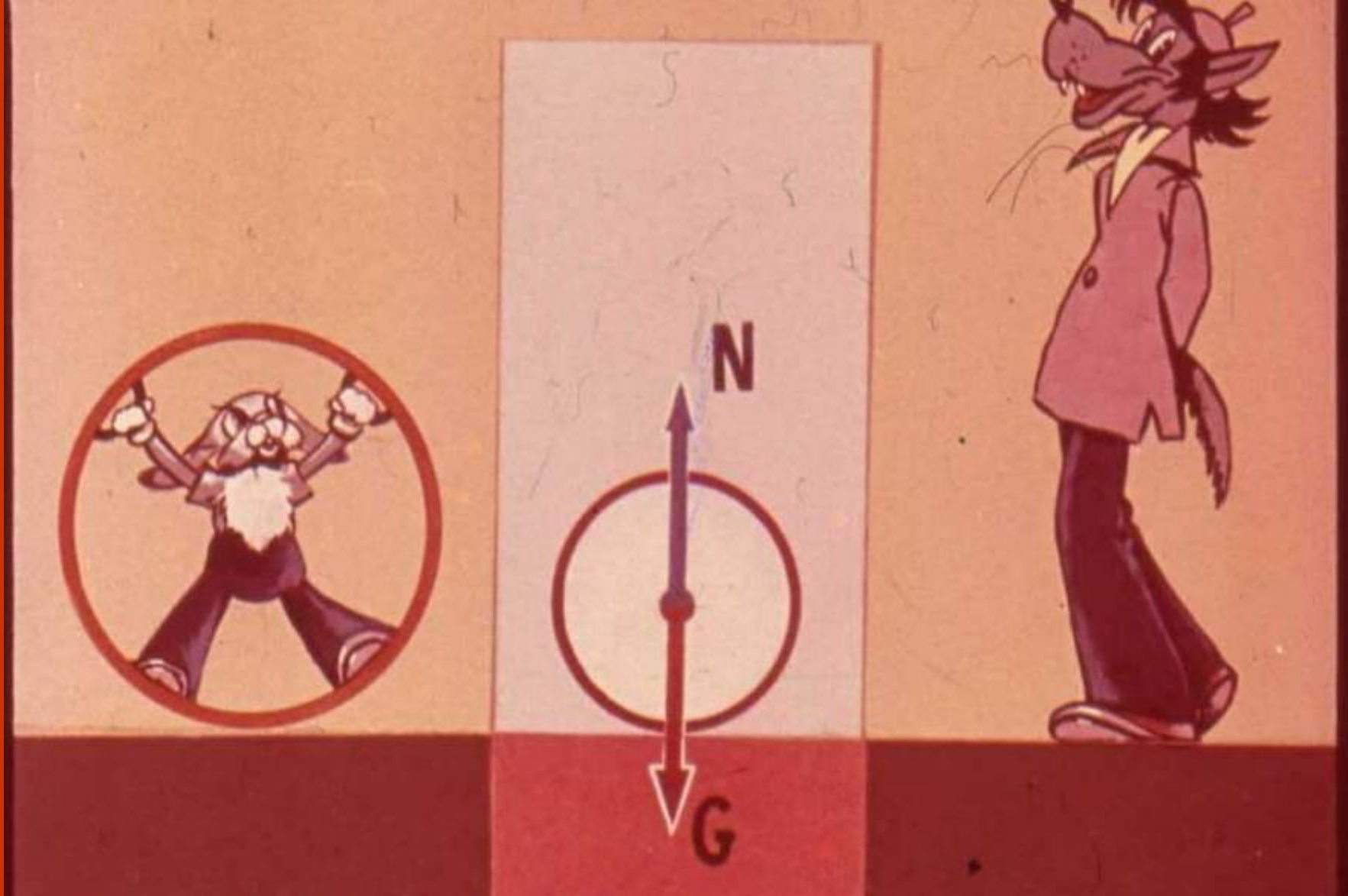


При отклонении тела от положения равновесия нарушается и равновесие сил. Если тело под действием равнодействующей силы возвращается в исходное положение, то это - **устойчивое равновесие**.



Если же тело под действием равнодействующей силы, ещё сильнее отклоняется от положения равновесия, то это - **неустойчивое равновесие**.





Возможен случай, когда при любом положении тела, равновесие сил сохраняется. Это состояние называется **безразличным равновесием.**



# Вывод:

- Равновесие устойчиво, если при малом отклонении от положения равновесия есть сила, стремящаяся вернуть его в это положение.
- Устойчиво такое положение, в котором его потенциальная энергия минимальна.

# РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ, ИМЕЮЩИХ ТОЧКУ ИЛИ ЛИНИЮ ОПОРЫ.



Фрагмент 1

Центр тяжести выше точки опоры



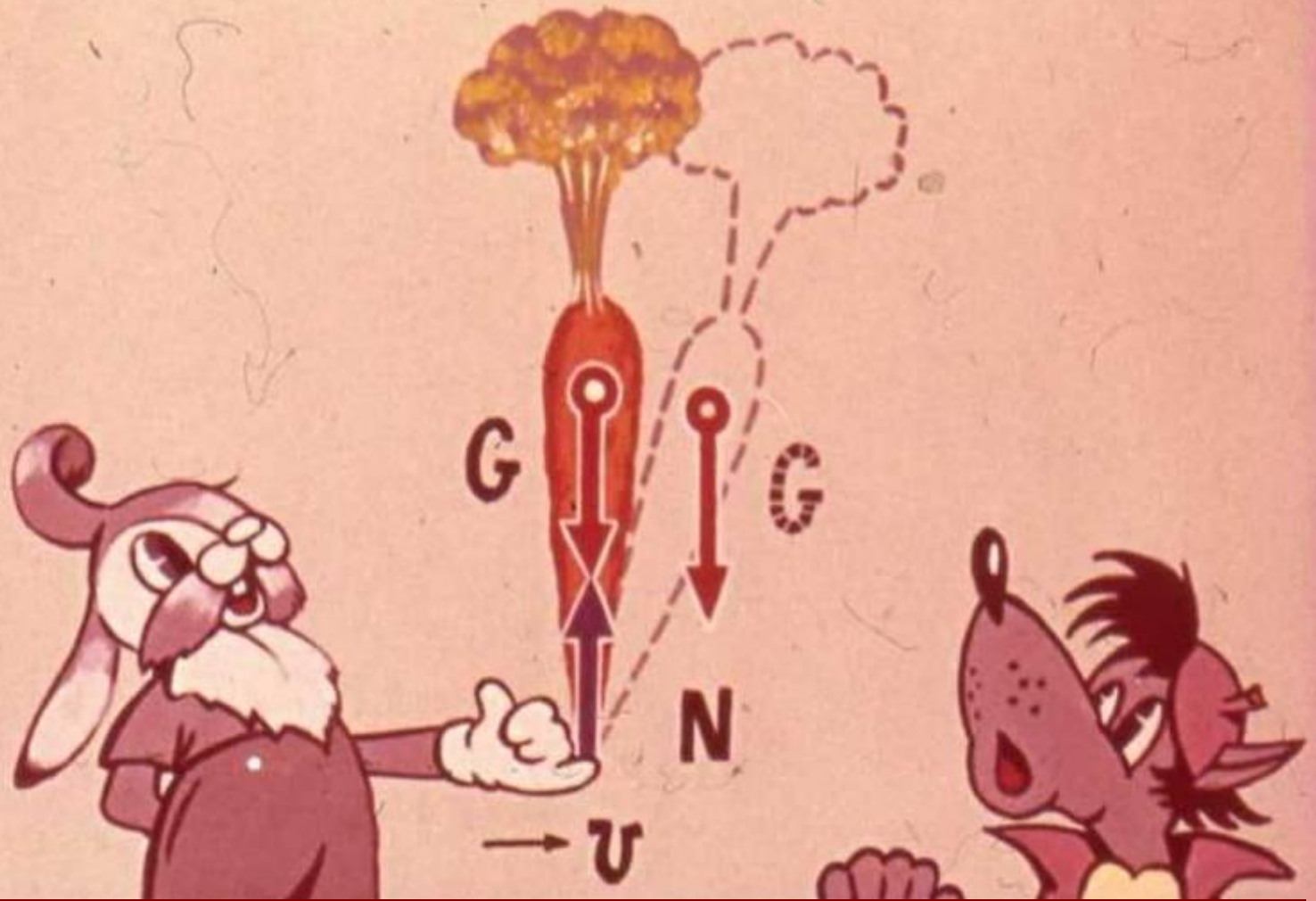
Если центр тяжести находится выше точки опоры, то в этом случае осуществить равновесие сил практически невозможно. При малейшем отклонении карандаша от вертикального положения, его центр тяжести понижается и карандаш падает.



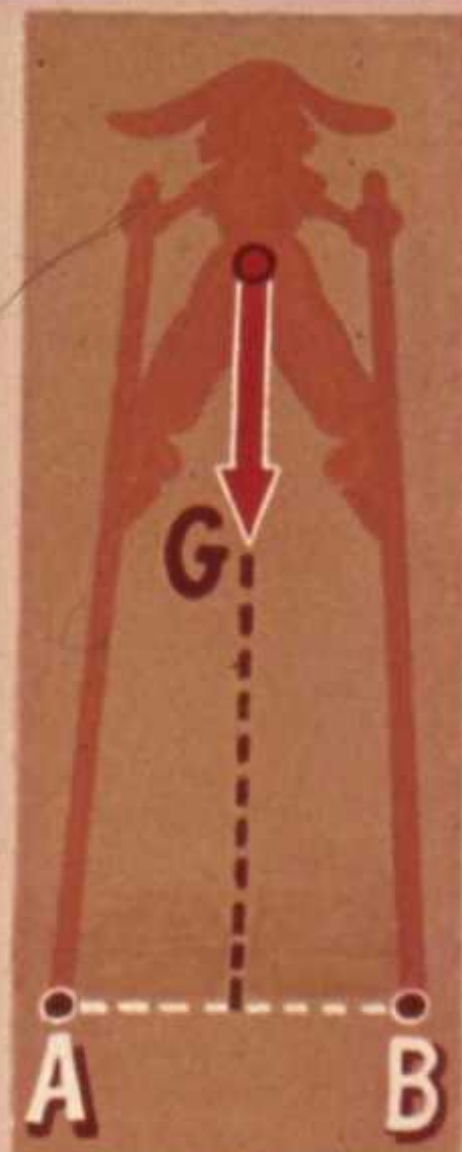
*Центр тяжести ниже точки опоры*

В случае если **центр тяжести** расположен ниже точки **опоры**, равновесие тела или системы тел – **устойчивое**. При отклонении тела, центр тяжести повышается, и тело возвращается в исходное состояние.





Равновесие тела, имеющего точку опоры ниже центра тяжести, **неустойчиво**. Но равновесие может **восстанавливаться** путём смещения точки опоры тела в сторону смещения центра тяжести.



Хождение на ходулях (две точки опоры или линия опоры) осуществляется путём непрерывного смещения центра тяжести относительно линии, соединяющей точки опоры(АВ).



По положению центра тяжести можно судить о виде равновесия. Например езда эквилибриста по канату на велосипеде с противовесом является примером **устойчивого равновесия.**



**...ИТАК , КТО ПЕРВЫЙ ОТВЕТИТ :**

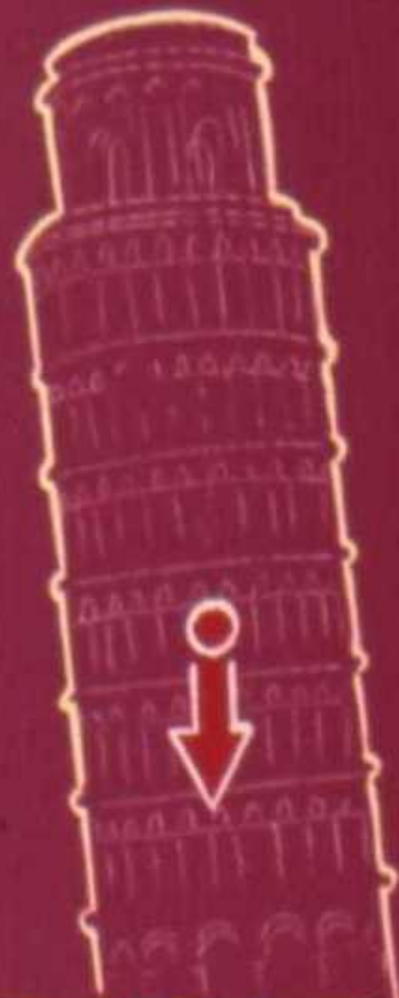
1. В каком случае равновесие неустойчиво?
2. Каким образом можно поддерживать неустойчивое равновесие?
3. При каком условии равновесие тела устойчивое?



# Вывод:

Для устойчивости тела, находящегося на одной точке или линии опоры необходимо, чтобы центр тяжести находился ниже точки (линии) опоры.

## Фрагмент 2

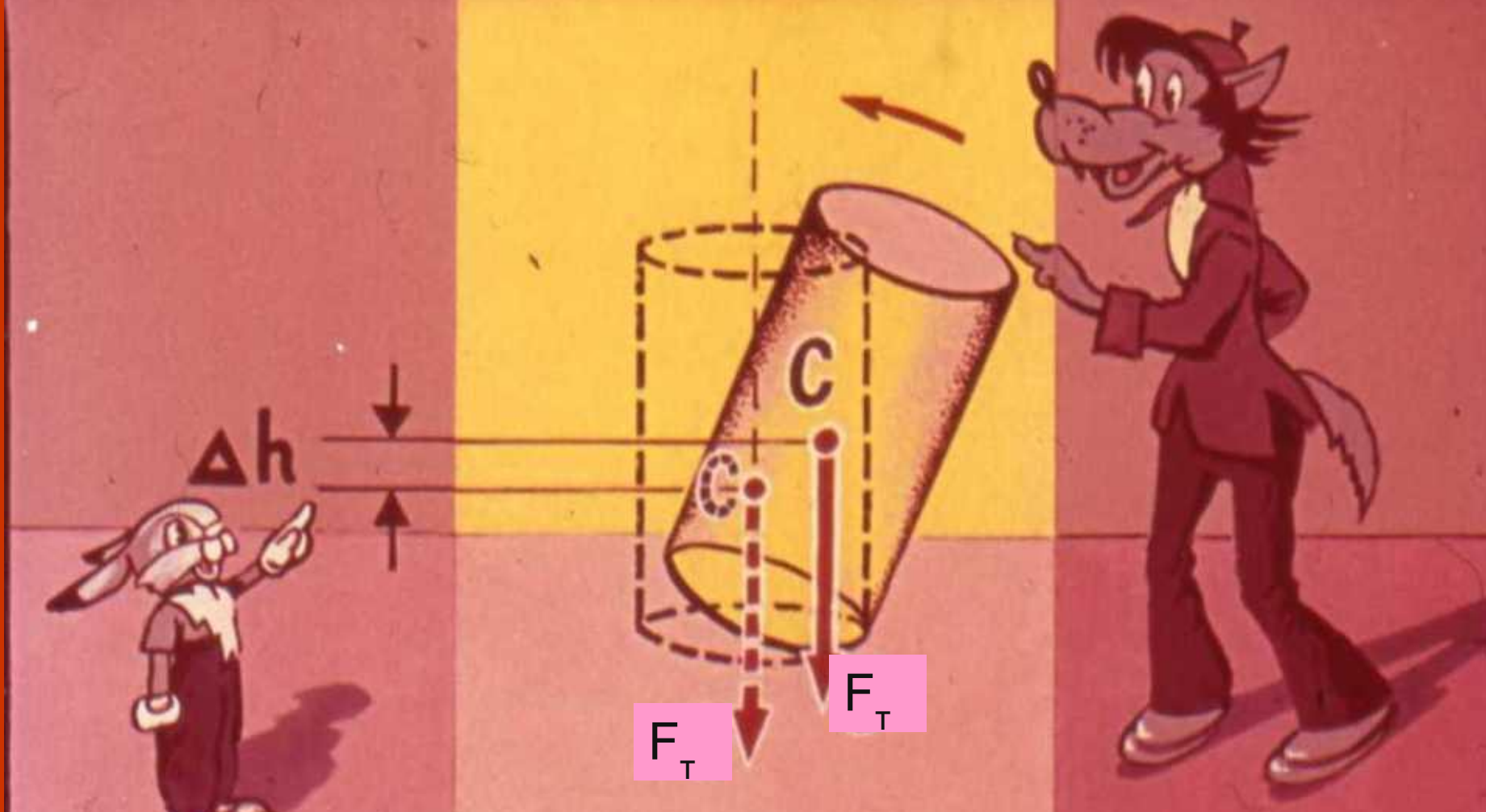


**Устойчивое равновесие  
или устойчивость тел,  
имеющих площадь опоры.**

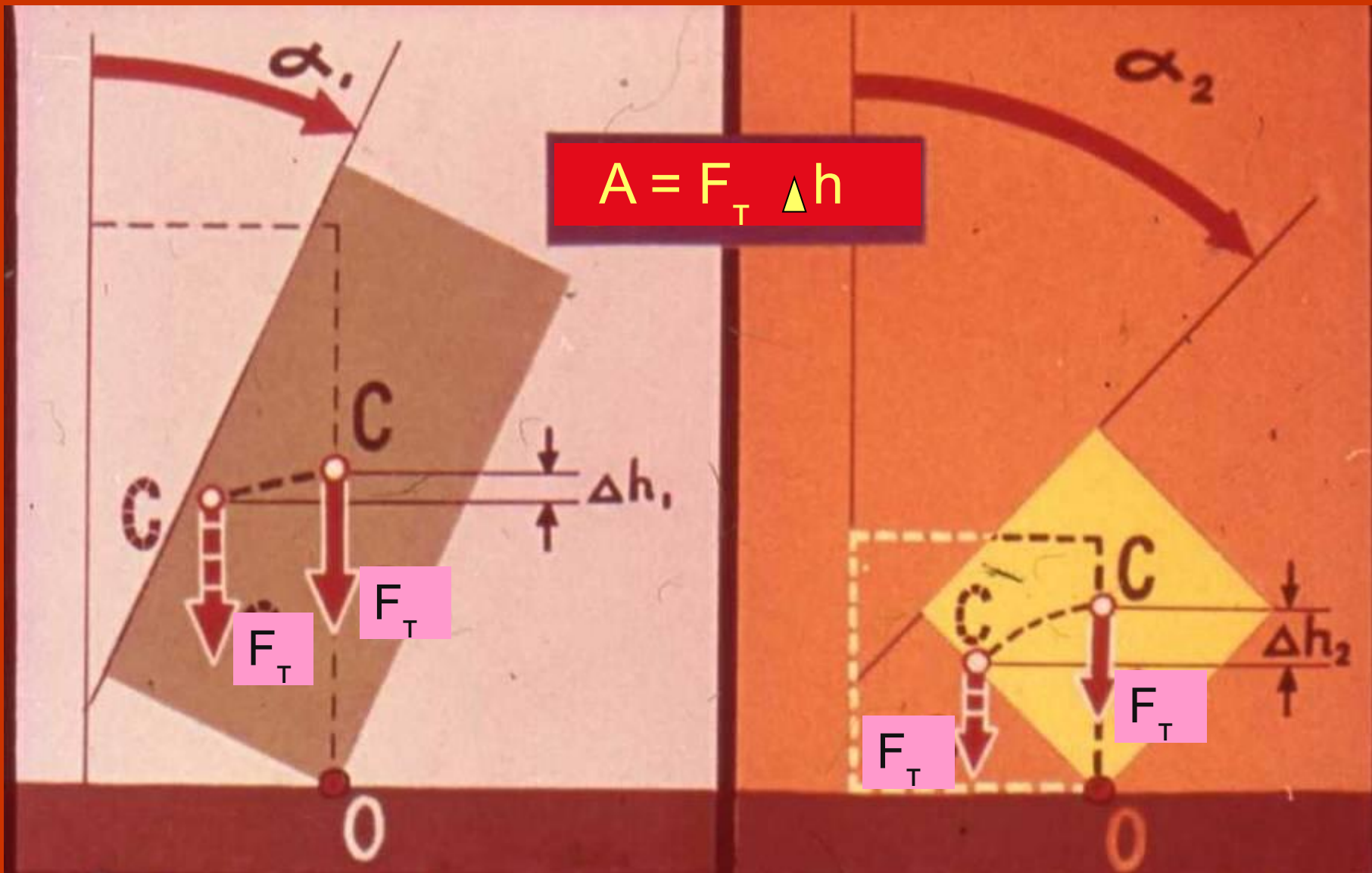




Под площадью опоры понимают площадь соприкосновения тела с опорой или площадь, ограниченную возможными осями, относительно которых может происходить опрокидывание ( поворот) тела под действием внешних сил.



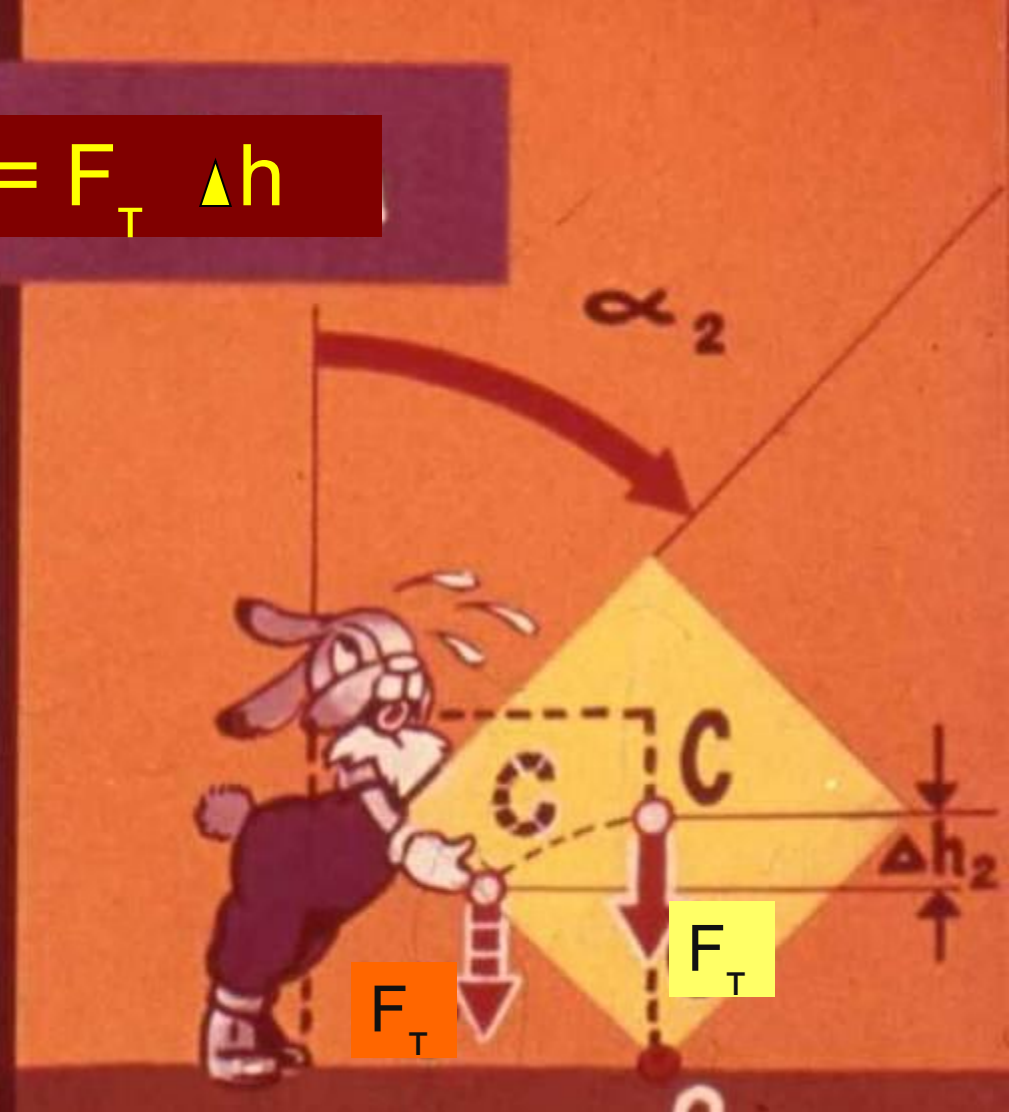
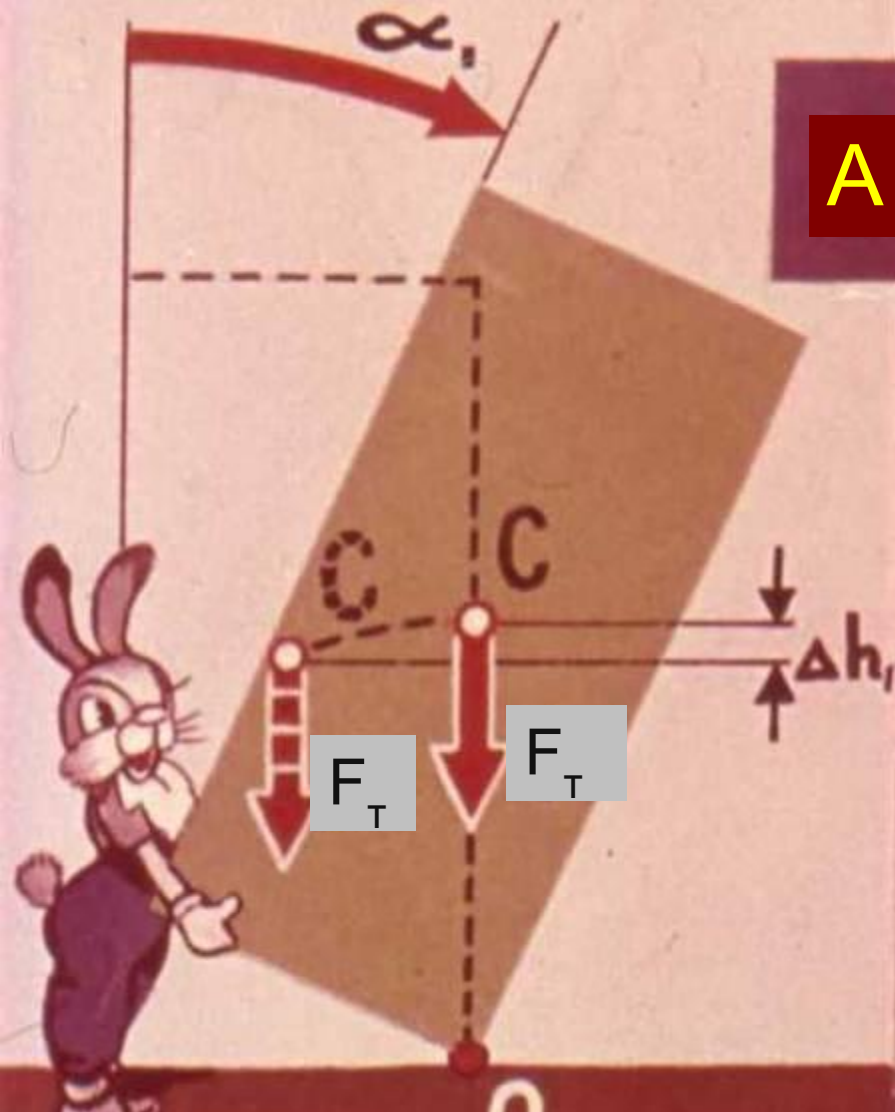
Если при отклонении тела, имеющего площадь опоры, происходит повышение центра тяжести, то равновесие будет устойчивым. При **устойчивом равновесии** вертикальная прямая, проходящая через центр тяжести, всегда будет проходить через площадь опоры.



Два тела, у которых одинаковы вес и площадь опоры, но разная высота, имеют разный предельный угол наклона . Если этот угол превысит, то тела опрокидываются.

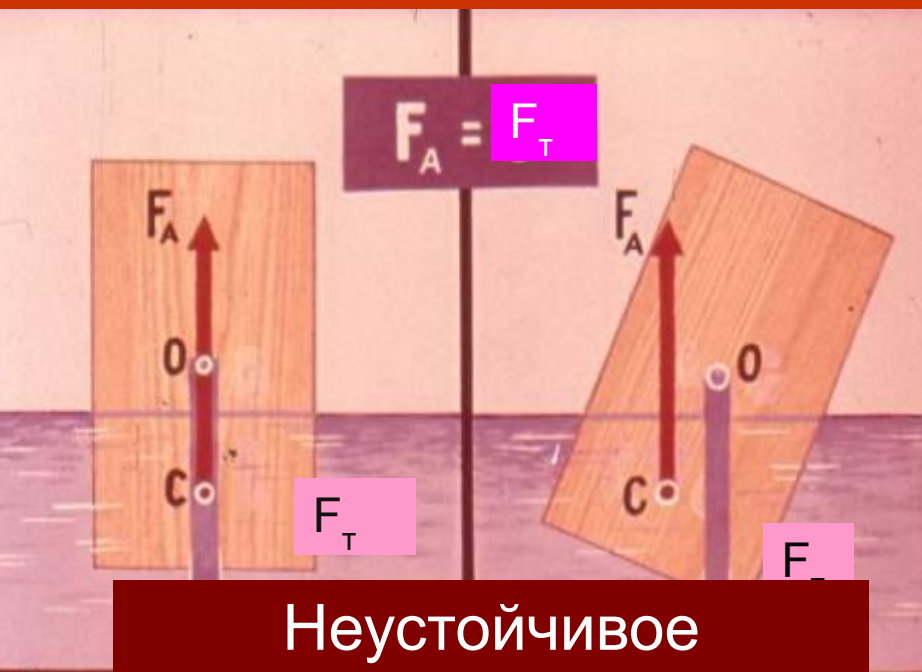
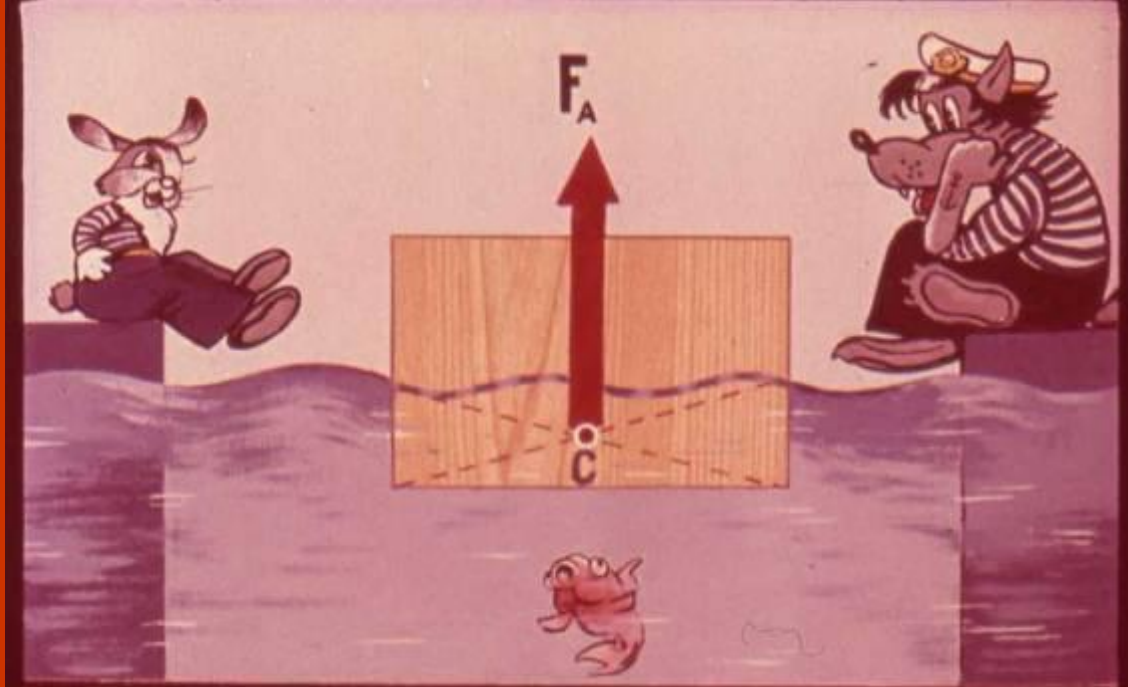


$$A = F_T \Delta h$$

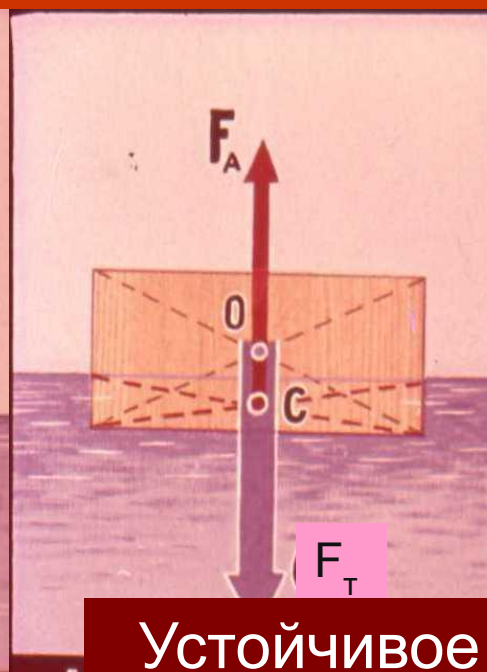


При более низком положении центра тяжести необходимо затратить большую работу для опрокидывания тела. Следовательно **работа по опрокидыванию** может служить мерой его **устойчивости**.

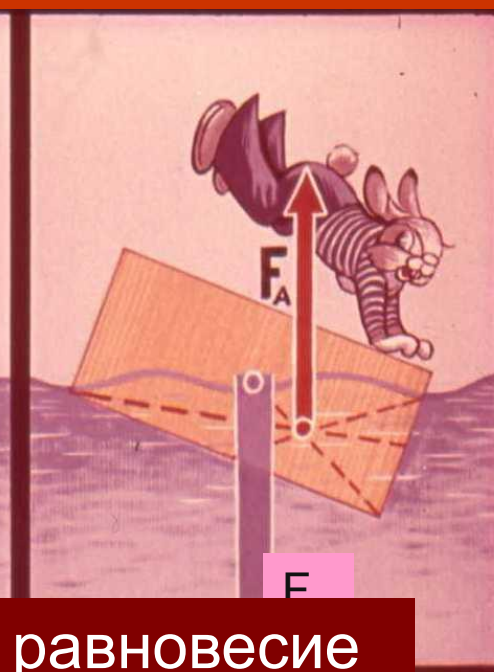


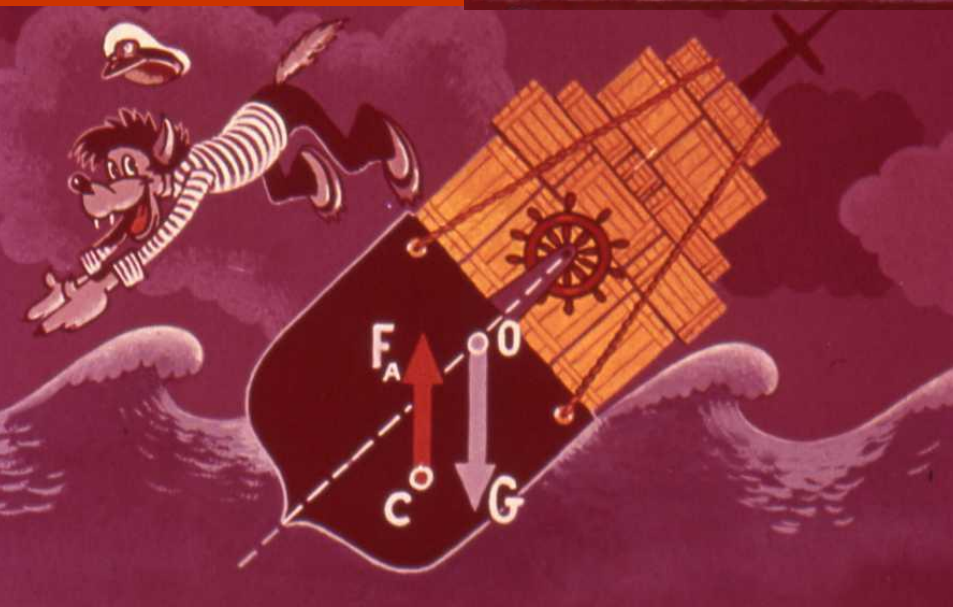


Неустойчивое  
равновесие



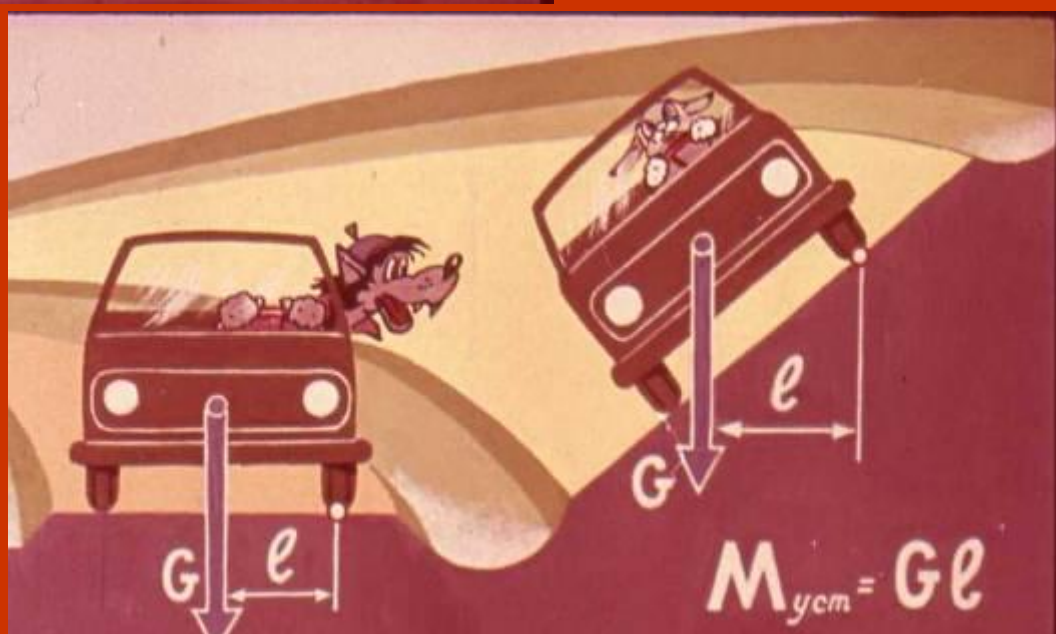
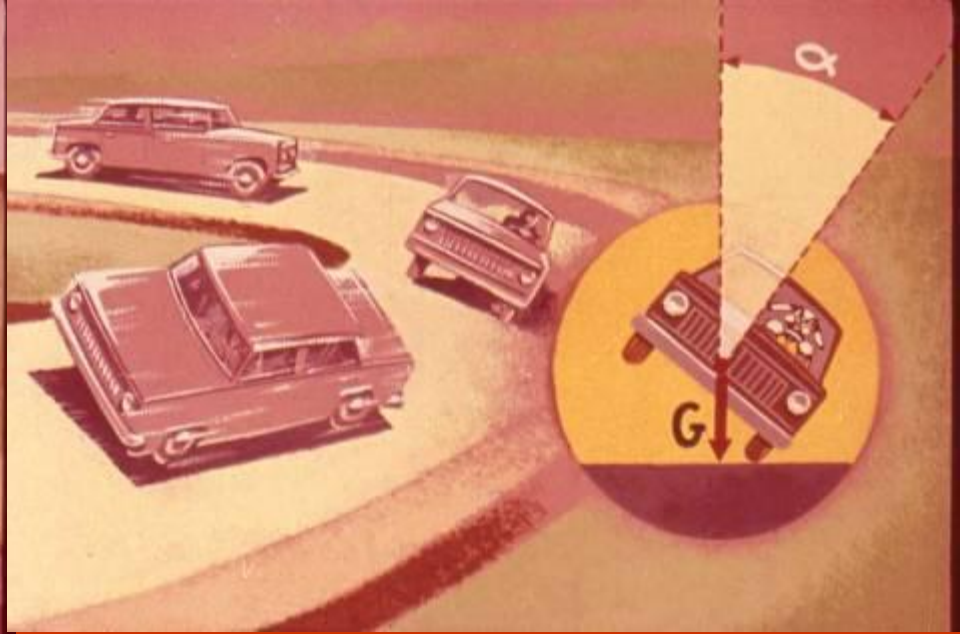
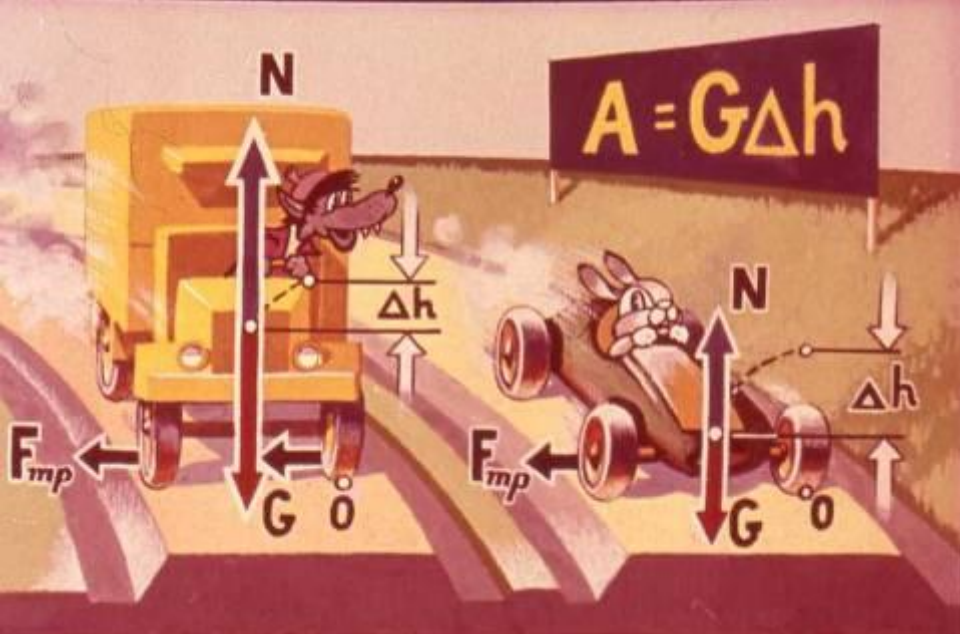
Устойчивое равновесие





Чем ниже центр тяжести корабля, тем больше его устойчивость.





Чтобы увеличить устойчивость машин на поворотах, полотно дороги наклоняют в сторону поворота.

## ... ИТАК, КТО СКАЖЕТ:

1. Какое условие определяет устойчивое положение тела, имеющего площадь опоры?
2. Как определить степень устойчивости тела?
3. Какое тело имеет одинаковую устойчивость во всех направлениях?



# Вывод:

1. Устойчиво то тело, у которого площадь опоры больше.

2. Из двух тел одинаковой площади устойчиво то, у которого центр тяжести расположен ниже, т.к. его можно отклонить без опрокидывания на большой угол.



# Почему Пизанская башня стоит под наклоном и не падает?

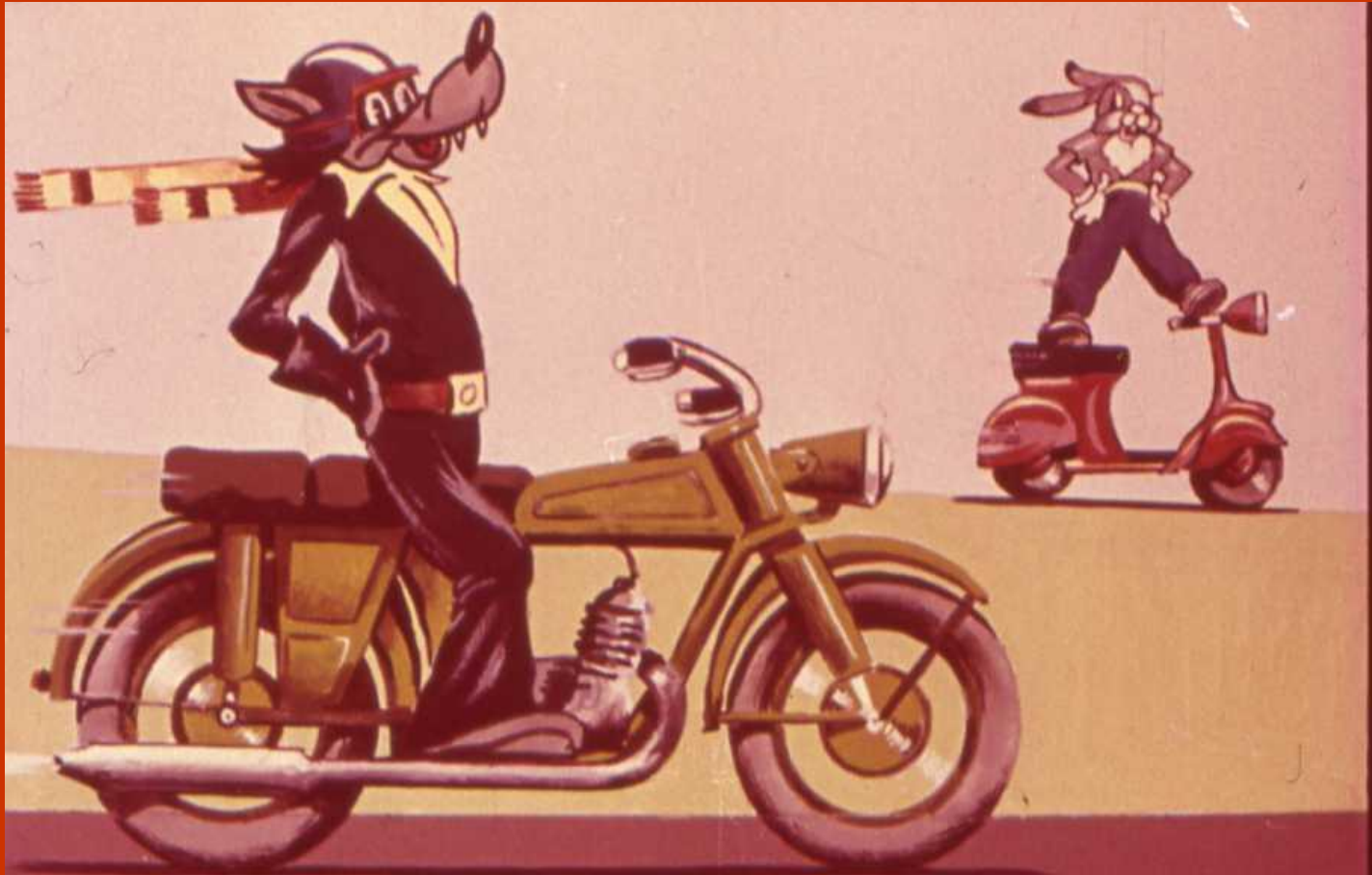


Почему «Ванька-встанька» возвращается  
в положение равновесия при любом  
наклоне игрушки?





# Каким образом сохраняют равновесие велосипедисты и МОТОЦИКЛИСТЫ?



# Выводы урока:

- Существует три вида равновесия: устойчивое, неустойчивое, безразличное.
- Устойчиво положение тела, в котором его потенциальная энергия минимальна.
- Устойчивость тел на плоской поверхности тем больше, чем больше площадь опоры и ниже центр тяжести.

# Автор урока:

- Махмутова А.Р.
- МОБУ Гимназия №17
  - г. Белорецк
- р. Башкортостан
  - 2010г.