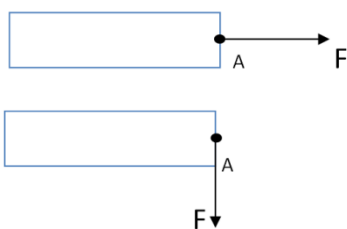


## Момент силе и принцип полуге

До сада смо изучавали кретање тијела или његову равнотежу под утицајем више сила, под условом да можемо да посматрамо тијело као материјалну тачку.

Међутим, питање је шта се дешава ако посматрамо реална тијела, а не материјалне тачке. Прво шта можемо увести као новину је РОТАЦИЈА (обртање) тијела. Под одређеним условима, тијело поред ТРАНСЛАЦИЈЕ (а то је кретање код којег се сви дијелови тијела крећу на исти начин, имају исто убрзање и брзину у сваком моменту и прелазе исте путеве за исто вријеме), може и да ротира. Посматраћемо сљедећи случај:



На слици је лењир, на који дјелујемо на два начина у нападној тачки А. У првом случају, лењир ће се кретати хоризонтално, а све тачке на лењиру ће се кретати истом брзином и убрзањем, кретање ће бити ТРАНСЛАТОРНО. У другом случају, тијело ће да ротира. Поставља се питање у чему је разлика и зашто се тијело другачије понаша под дјеловањем силе истог интензитета у истој тачки?

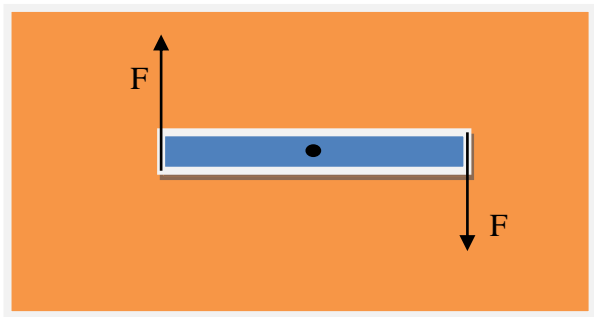
Разлика је у томе што свако тијело има своје тежиште, или другачије речено, центар масе. То је тачка у тијелу која се понаша као да је сва маса датог тијела заправо концентрисана у њој. Код правилних хомогених тијела (нпр. кугла, квадар, коцка...) та тачка се налази у геометријском центру тијела. Ако сила којом дјелујемо на тијело својим правцем пролази кроз центар масе, тада ће кретање тијела бити транслаторно. Уколико правац силе не пролази кроз тежиште, изазваћемо ротацију, тј. обртање или превртање тијела.

**Све речено можемо испробати при помјерању школских клупа.**

Дакле, да издвојимо најбитније: до сада смо тијела посматрали као материјалне тачке, а и ако нисмо, подразумевали смо да све силе које дјелују на тијело пролазе кроз центар масе тијела својим правцима. У овој области разматраћемо реална тијела, а мјесто нападне тачке у тијелу, као и правци дјеловања сила постају јако битни у разматрању услова равнотеже или кретања тијела.

### Момент силе

Опет ћемо размотрити лењир, који је у свом тежишту причвршћен за неку подлогу (нпр. закуцан ексером за стол).



Дјеловаћемо на лењир са двије силе, чији су интензитети једнаки, правци исти и паралелни бочним страницама лењира, смјерови супротни, а нападне тачке су им на бочним страницама лењира (види слику).

Евидентно је да је резултанта ових сила  $R = F - F = 0$ , али лењир и даље није у равнотежи (иако његово тежиште мирује!) већ ротира (обрће се) око замишљене осе која пролази кроз мјесто гдје је лењир причвршћен и нормална је на раван стола за који је лењир причвршћен. Ово нам сугерише да услов равнотеже који захтијева да резултанта свих сила које дјелују на тијело буе једнака нули, није довољан ако разматрамо ротацију. Очигледно је да постоји још нека физичка величина која одређује услове ротације тијела. Та величина назива се **МОМЕНТ СИЛЕ**, и обично се обиљежава ознаком  $M$ .

Његово дјеловање ћемо испитати на примјеру **полуге**.

**Полуга је свако чврсто тијело које може да се креће око непокретне тачке (ослонаца).**

Њу људи користе преко 5000 година да лакше подигну терет. Можда сте и ви имали искуство преношења терета кариолом, а ако јесте, то значи да сте користили полугу. Сваки пут када користите кваку, гурнете врата, крцкате орахе крцкалицом, веслате чамцем по ријечи, бавите се тенисом и пецањем, или се само клацкате на клацкалицу, користили сте принцип полуге.

Пошто полуга има једну непокретну тачку (ослонац), полуга може само да ротира око те тачке (тачније око осе ротације, која пролази кроз ослонац, а нормална је на раван у којој се полуга креће).



Ако разматрамо услове при којима ћемо нагјерати полугу да ротира (види слику изнад), можемо закључити да ако дјелујемо силом чији правац пролази кроз ослонац (црвена сила) ефекат ће бити најмањи, док ће ефекат бити највећи ако дјелујемо нормално на полугу (зелена сила).

Ако сила којом дјелујемо на полугу не прати ниједан од ова два правца, онда је морамо разложити по правилу које смо већ научили, па ће нормална компонента те силе ротирати полугу, док паралелна компонента неће никако утицати на ротацију.

Дакле, ако желимо да ротирамо полугу, морамо дјеловати силом нормално на њу! Што је интензитет силе већи, већи је и ефекат њеног дјеловања.

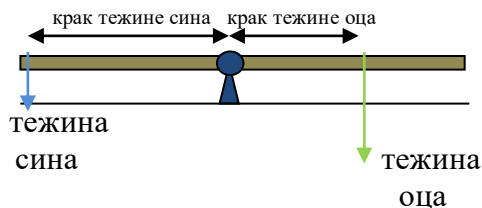
Међутим, искуство нам показује да ротација не зависи само од интензитета силе која дјелује на полугу. Ако отац и син оду на клацкалицу да се клацкају, клацкање није могуће, ако обојица сједе на сједиштима. Међутим, ако се отац приближи ослонцу клацкалице на тачно одређено мјесто, онда се могуће клацкати. Како ово објаснити?

Већ смо рекли да је момент силе тај који "руководи" ротацијом тијела, па тако и обртањем клацкалице. Када отац и син сједе на клацкалицу, они својим тежинама дјелују на клацкалицу. Тиме што ће отац да се приближи ослонцу, он смањује растојање од нападне

# СЛАГАЊЕ СИЛА

Слијепчевић  
Доброслав

тачке своје тежине до ослонаца, а то растојање назива се КРАК СИЛЕ. У тренутку када је производ тежине оца и крака његове тежине једнак производу тежине сина и крака синове тежине, клацкалица може да мирује хоризонтално у ваздуху и да нико не превагне на своју страну, што је услов да се клацкање уопште одвија. Хајде да то прикажемо сликом:



Ако се отац и син намјесте тако да растојање сина од ослонаца буде тачно онолико пута веће од растојања оца од ослонаца колико је тежина оца пута већа од тежине сина, тада је клацкалица у равнотежи и не ротира (осим када се они додатно одгурну од тла, чиме започињу клацкање).

Математички запис би био:

$$Q_1 \cdot r_1 = Q_2 \cdot r_2$$

или

$$M_1 = M_2$$

гдје су  $Q_1$  и  $Q_2$  њихове тежине, а  $r_1$  и  $r_2$  њихови кракови сила (растојања нападних тачака тежина од ослонаца), при чему се величине са индексом 1 односе на оца, а величине са индексом 2 на сина.

Производ силе и њеног крака представља интензитет већ спомињаног момента силе  $M$ . Момент силе одређује два смјера ротације, у смјеру казаљке на сату и у смјеру супротно казаљци на сату. Супротан смјер узимаћемо за позитиван, а смјер казаљке за негативан. У нашем примјеру, момент тежине оца је негативан, а момент тежине сина је позитиван. Ако су ова два момента једнака, а супротног знака, долази до равнотеже клацкалице.

**ДАКЛЕ; МОЖЕМО ЗАКЉУЧИТИ ДА СЕ УСЛОВ РАВНОТЕЖЕ КОД РОТАЦИЈЕ ТИЈЕЛА СВОДИ НА РАВНОТЕЖУ МОМЕНАТА, АКО ЈЕ УКУПАН МОМЕНТ СВИХ СИЛА КОЈЕ ДЈЕЛУЈУ НА ТИЈЕЛО ЈЕДНАК НУЛИ, ОНО НЕЋЕ РОТИРАТИ - БИЋЕ У РАВНОТЕЖИ.**

Другачије речено, ако је збир момената свих сила који теже да обрну тијело у смјеру казаљке на сату једнак збиру момената свих сила које теже да обрну тијело супротно смјеру казаљке на сату, тада тијело не ротира.

Из свега наведеног јасно видимо да, ако желимо да лакше подигнемо неки терет, довољно је да га поставимо на један крај полуке, затим поставимо ослонац ближе њему, а онда дјелујемо силом на другом крају полуке, тако да момент те силе има супротан знак од момента тежине терета. Чувена је реченица Архимеда из Сиракузе, познатог старогрчког научника: "Дајте ми довољно дугу полуку и ослонац, и помјерићу читаву Земљу"!





## СЛАГАЊЕ СИЛА

*Слијепчевић  
Доброслав*

Да ли је Архимед погријешо или не, можете прочитати на сљедећем линку:  
<https://www.svetnauke.org/944-arhimed-poluga-i-zemlja>