

1/5. Pontszerű és merev test egyensúlya:

Pontszerű test: **anyagi pont: a test geometriai mérete elhanyagolható elmozdulásához képest.**

A pontszerű test esetében, a testet érő erők csak közös támadáspontú, azonos, vagy egymást az anyagi pontban metsző hatásvonalú külső erők lehetnek. Az ilyen erők eredője könnyen meghatározható.

Egy anyagi pont, akkor van nyugalomban, ha a rá ható erők eredője zérus, azaz $\Sigma F(\text{rá ható erő})=0$.

Merev test: olyan test, amelynél, bármely két pont egymástól való távolsága nem változik a mozgás során. Lassú mozgások esetén a szilárd test általában jó közelítéssel merev testnek tekinthető. Teljesen merev test a természetben nincs.

Egy test akkor van nyugalomban, ha a rá ható erők se forgató hatást, se haladó mozgást nem hoznak létre benne, azaz $\Sigma F(\text{rá ható erő})$ és $\Sigma M(\text{forgatónyomaték})$ is = 0.

A forgatónyomaték:

A forgató hatás a forgásállapot-változás.

Akkor hozhatja létre erőhatás, ha hatásvonala nem megy át a test forgástengelyén és nem is párhuzamos azzal.

A forgásállapot-változtató hatást jellemző mennyiség a **forgatónyomaték**, jele **M**, mértékegysége: N•m. $M = \text{perdületváltozás} / \text{közben eltelt idő} (\Delta N / \Delta t)$, és egyenlő az erő és erőkar szorzatával is, $M = F \cdot k$. A k, az **erőkar**, ami az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolsága(erőkar=a forgáspontból az erő hatásvonalára bocsátott merőleges szakasz hossza). Az F a testre ható erő nagysága.

Egy rögzített tengelyen forgó merev test akkor van forgási egyensúlyban, ha a testet érő erőhatások forgatónyomatékainak előjeles összege nulla. A forgási egyensúlyban lévő test vagy egyenletesen forog, vagy nem forog, de haladó mozgást még végezhet.

Erre példa a mérlegkinta, ahol a tengelyhez közelebb ül a nehezebb gyerek, és a tengelytől távolabb ül a könnyebb gyerek, így a kinta egyensúlyban van.

A merev testet érő erők csoportosítása hatásvonaluk szerint:

1. **kitérő:** térben soha nem találkoznak egymással.

2. **egymást metsző:** ilyenkor paralerogramma-módszerrel összeadhatóak, mivel támadáspontjuk eltolható egy közös pontba, így összegük az eredő erő nagyságát és irányát is meghatározza. Ez Newton IV. törvényének felel meg.

3. az **egymással párhuzamos** erők: ezek támadáspontja nem tolható el egy közös pontba, így eredőjük nem határozható meg a paralerogramma-módszerrel, két párhuzamos segéderővel megszerkeszthető az eredőjük.

Az eredő erő meghatározására érvényes szabályok:

A.) két párhuzamos hatásvonalú és megegyező irányú erő eredőjének •nagysága: a két erő nagyságának összege, •iránya megegyezik a két összetevő erő irányával, •hatásvonala a két összetevő erő hatásvonalával párhuzamos, és a nagyobb erő hatásvonalához helyezkedik el közelebb, ezt a távolságot a két erő nagyságának aránya szabja meg, a mért távolság fordítottan arányos, hiszen így lesz közelebb: $d_1 / d_2 = F_2 / F_1$.

B.) Két párhuzamos hatásvonalú, de ellentétes irányú erő eredőjének meghatározása: •nagysága: a két erő nagyságának különbsége, •iránya: a nagyobb összetevő irányával egyezik meg, •hatásvonala: a két összetevő erő hatásvonalával párhuzamos, azokon kívül van, és a nagyobb felől úgy helyezkedik el, hogy $k_1 / k_2 = F_2 / F_1$.

C.) ha a testre két ellentétes irányú, egyenlő nagyságú, párhuzamos hatásvonalú erő hat, akkor a két erő nem egyenlíti ki egymást, a test forogni fog. Az **erőpár** nem helyettesíthető egyetlen erővel. Az ezt a hatást kiváltó két erőt **erőpárnak** nevezzük. Az erőpár forgatónyomatéka: $M = F \cdot d$, $d =$ a két erő hatásvonala közötti távolság. (erőpár forgatónyomatéka független a forgástengely helyétől)

Ha egy kiterjedt testet, ha anyagi pontként kívánunk kezelni:

Akkor be kell vezetnünk a **tömegközéppont** fogalmát.

Bármely szabadon forgó test mindig ugyanazon pontja körül pörög (pl. szaltózás közben a műugró), így kijelenthetjük, hogy azt a pontot, amely körül szabad mozgásuk közben a testek forognak, a test **tömegközéppontjának** nevezzük. Kísérletek tapasztalatával igazolt, hogy a

zárt rendszer tömegközéppontja vagy nyugalomban van, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez. Pl. pörögve ellökött hasáb

Ez a lendület-megmaradás elvével összhangban van.

A testek (rendszerek) tömegközéppontjának mozgását csak külső erőhatások változtatják meg. Pl. a robbanó tűzijáték világító részecskéi által alkotott tűzgömb tömegközéppontja a fellőtt pályán maradnak a robbanás után is, azaz a belső változás nem változtatta meg a tömegközéppont mozgását.

Minden test (anyagi rendszer) tömegközéppontja úgy mozog, mintha a test összes anyaga ebbe lenne sűrítve, és a testet érő külső erők támadáspontja is ez a tömegközéppont lenne, ez a **tömegközéppont tétel**. Így a testek haladó mozgásának egyszerűsített leírásánál a tömegközépponttal írjuk le a testet.

A tömegközéppont helyét meg lehet határozni, ennek módja: tudjuk, hogy egy bármely pontjánál felemelt testre két külső erő hat, a nehézségi és a tartóerő. Ezek hatásvonalai függőlegesek és egybeesnek. Így mindkettőnek és eredőjüknek is ugyanezen a függőleges egyenesen van a támadáspontja, tehát a test tömegközéppontja is. Ezért ha egy testet más-más pontjánál fogva emelünk, és minden ilyen esetben megjelöljük rajta a felfüggesztési pontokon átmenő függőleges egyeneseket, akkor ezek közös metszéspontja kijelöli a test tömegközéppontjának a helyét.

Az egyensúlyban lévő felfüggesztett, vagy alátámasztott testek súlyának hatásvonala is egybeesik a nehézségi erő és a tartóerő közös hatásvonalával. E három erő közös hatásvonalát szokás **súlyvonalnak** is nevezni. Hasonlóan a tömegközépponthez, a testek különböző helyzetéhez tartozó súlyvonalak közös metszéspontját (a tömegközéppontot) szokás **súlypontnak** is nevezni.

A tömegközéppont, és így a súlypont helyét a test anyagának elhelyezkedése határozza meg. Ezért a szabályos, homogén testek tömegközéppontja egybeesik az ilyen testek szimmetriaközéppontjával. Erre ellenpélda a Jancsi bohóc.

Merev testek egyensúlyi helyzete:

A testek többsége nyugalomban, azaz egyensúlyi helyzetben van, ennek oka az, hogy a testeket érő külső hatások kiegyenlítik egymást.

Ha ezeket a merev testeket kissé kimozdítjuk egyensúlyi helyzetükből, akkor ebben az új helyzetben a külső erők eredője és forgatónyomatéka általában nem nulla.

A külső erők hatását tekintve három egyensúlyi helyzetet különböztetünk meg. Mindhárom egyensúlyi helyzetben a felfüggesztési, vagy alátámasztási pont és a súlypont ugyanazon a függőleges egyenesben van. Olyan merev testnél, ahol a tartóerőn kívül csak a gravitációs erő hat a külső erők közül, annál a testnél igaz a háromféle egyensúlyi helyzetre, hogy:

1. ha az egyensúlyi helyzetéből kitérített test (néhány billegés után) visszatér a külső erők hatására eredeti helyzetébe, akkor a test **egyensúlyi helyzete biztos**, azaz **stabilis**. Ebben az esetben a test súlypontja alacsonyabban van, mint bármely szomszédos helyzetben. Kimozdításkor a test súlypontját emelni kell, ezt a gravitációs mezővel szemben végzett munkával lehet elérni, így a gravitációs mező energiája nő, ha a testet kimozdítjuk egyensúlyi helyzetéből. Ennek ábrája:



2. ha a testet a kilendítés után az erők még inkább eltávolítják az eredeti egyensúlyi helyzetéből, akkor a test bizonytalan, **labilis** egyensúlyi helyzetben van. Ilyenkor a test súlypontja magasabban van, mint bármely szomszédos helyzetben. Ha kimozdul ebből a helyzetből a test, akkor alacsonyabbra kerül, ekkor a gravitációs mező munkát végez a testen, így a gravitációs mező energiája csökken. Ennek ábrája:



3. ha a test a kitérés utáni, új helyzetében is egyensúlyban van, akkor **egyensúlyi helyzete közömbös, indifferens**. Ebben az esetben a test kimozdítása közben a súlypont változatlan magasságban marad, ezáltal a gravitációs mező energiája sem változik. Ennek ábrája:



Egy test annál nehezebben borítható fel, minél nagyobb szöggel kell kibillenteni ahhoz, hogy a súlypontján átmenő függőleges egyenes kívül kerüljön az alátámasztási felületen. Egy testnek az ún. állásszilárdsága annál nagyobb, minél alacsonyabban van a test súlypontja és minél szélesebb az alátámasztási felülete.

(gravitációs nem = súly, mert a gravitációt a mező fejt ki, a súlyt, pedig a test, azzal húzza a felfüggesztést, vagy nyomja az alátámasztást) **ez nekem itt zavaros, nem értem mit akartál ezzel**

Az erőhatás felhasználását praktikusabbá tevő eszközök az egyszerű gépek:

Egyszerű gép: olyan egyszerű eszköz, amellyel kedvezőbbé lehet tenni az erőhatás irányát, nagyságát és támadáspontjának helyét.

Alaptípusai:

Emelő típusú: a tengely körül elforgatható rúdként használható eszközök. Működésük dinamikai feltétele: $M=0$.

Kétoldalú mérleg, egyoldalú emelő, csiga. A csiga nem változtatja a kifejtendő erő nagyságát, csak az irányát.

Lejtő típusú

Gyakorlatban: talicska, karos mérleg, építkezési csiga, diótörő, fohagymanyomó, krumplinyomó, fogó, olló, csavar (=feltekert lejtő), ék, kerekes kút, gémeskút.

Egyszerű gépek fajtái (innen csak a lényeg):

Emelő

Emelőnek nevezzük azokat az eszközöket, ahol a teher egy olyan merev rúdra van erősítve, ami egy pontján elforgathatóan rögzítve van. Ilyenkor a forgástengelytől minél távolabb mozgatjuk a rudat, annál kisebb erő kifejtése elegendő. Ha a teher és a mozgatási pont a tengely egyazon oldalán van, akkor egykarú emelőről beszélünk. Ha a tengely a teher és a mozgatópont között van, akkor kétkarú emelővel van dolgunk – ilyenkor a teher a mozgatással ellentétes irányba indul meg.

$$F = G \frac{r_G}{r_F} = G \cdot m \quad ; \quad m = \frac{r_G}{r_F}$$

Alkalmazása: mérleg, sajtológép, talicska, sörnyitó, feszítővas,...

Lejtő

Lejtőnek nevezzük a vízszintessel egy megadott szöget bezáró síkot. Ez az eszköz alkalmas a teher ferde csúsztatására, elhanyagolható súrlódás mellett. Mivel a lejtőre helyezett test súlyereje (G) és az azt egyensúlyban tartó F erő is felbontható a lejtő irányába eső és egy arra merőleges erőre, ezáltal lehetséges a teher súlyára merőleges, annál akár jóval kisebb erővel is emelést végezni.

$F = G \cdot \sin \alpha$ ill. $G = F \cdot \tan \alpha$, ahol α a vízszintes és a lejtő síkja által bezárt szög.

Alkalmazása: például teherautó rakfelületéhez támasztott lejtőn teher csúsztatása vagy gördítése felfelé.

Ék

Az ék segítségével - amely tulajdonképpen egy lejtő - tudunk különböző anyagokat szétválasztani, emelni vagy kitámasztani.

$F = F_{ny} \frac{2h}{l}$, ahol F_{ny} a távolító erő, a h az ék szélessége és l az ék hossza.

Alkalmazása: fejsze, kés, véső,...

Csavar

Csavarnak nevezzük azt az eszközt, amely henger (orsó) palástján elhelyezkedő – egyazon menetemelkedéssel futó – ferde barázdák, annak mintázatához illeszkedő lyukba (csavartokba vagy orsóba) helyezve, elforgatással a henger hossz tengelyével párhuzamos elmozdulás keletkezik. Ekkor a csavar kis erővel történő forgatásával is nagy erőt tudunk kifejteni az orsó elmozdulásának irányában. A csavarokat bontható kötések készítésére használják, annak végállásban jelentkező szorulását kihasználva.

$F = G \frac{2h}{2r\pi}$, ahol h a menet egy körülfordítás alatti hosszirányú emelkedése, r a csavarorsó sugara.

Alkalmazása:

- nagy nyomás kifejtésére: prések, oldható kötések, csavarok
- kis elmozdulások előidézésére, távcsövek, mikroszkópok beállítócsavarjai, nagy pontosságú mérőműszerek, mikrométerek,...

Csiga

A csiga egy tengely körül forgó tárcsa, melynek kerületén hornyot képeznek ki kötéll vagy kábel számára. Általában több csigát használnak egyszerre, melyekkel jelentős áttételt (módosítást) lehet elérni.

Fajtái: álló- és mozgócsigák. Az *állócsiga* az erő irányának megváltoztatására szolgál,

$$F \cdot r = G \cdot r, F = G$$

míg *mozgócsiga* alkalmazásával az erő nagyságát csökkenthetjük (felezi a kifejtendő erőt).

$$F \cdot 2 \cdot r = G \cdot r,$$

$$F = \frac{G}{2}$$

A kétfajta csiga összeépítésével létrehozott szerkezetet (differenciál) *csigasornak* nevezzük.

$$F = \frac{G}{2 \cdot n}, n \text{ darab álló- és } n \text{ darab mozgócsigából álló csigasornál.}$$

A csak mozgócsigák összefűzésével kialakított csigasort, ahol minden csiga felezi a terhet, hatvány, vagy *archimedesi csigasornak* nevezzük. Na látod, már is van egy egyszerűgép készítő fizikusod. Őt kell emlegetni néhány szóban.

$$F = \frac{G}{2^n}$$

A csigasorokat nagyon nagy terhek emelésére használják.

Alkalmazása: villamosvasúti felsővezetékek kifeszítése, gyárakban nagy tömegű gépeinek munkadarabjainak emelése, mozgatása, építési és hajódaruk,...

Hengerkerék

A [hengerkerék](#) egy közös tengelyre szerelt r sugarú hengerből és egy R sugarú kerékből áll.

Az egyensúly feltétele:

$$F \cdot R = G \cdot r$$

ebből az áttétel

$$m = \frac{G}{F} = \frac{R}{r}$$