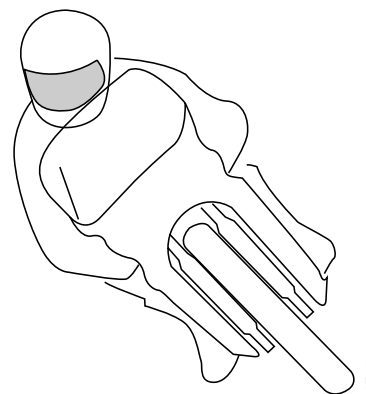


Styregenskaper

En motorcykel har två handflatsstora kontaktpunkter mot vägbanan och inga stödhjul. Utan stöd så ramlar en stillastående motorcykel. Men varför ramlar den inte när man kör? Varför måste man ha en gaffel som pekar snett framåt? Hur gör man när man svänger? Har man någon nytta av fjädringen? Några frågor med enkla svar – för det handlar bara om fysik.



Funktionskrav

Det finns vissa krav som är gemensamma för alla motorcyklar. Det är att motorcykeln:

- Ska vara kursstabil vid körning rakt fram.
- Ska kunna manövreras och svängas i alla hastigheter.
- Ska kunna bromsas säkert och stoppas från alla hastigheter.
- Ska ha bra kör- och vägegenskaper och komfort.
- Inte får plötsliga förändringar av kör- och vägegenskaperna.

Det finns naturligtvis skillnader i prioritering av kraven för olika typer av motorcyklar. Det är stora skillnader på motorcyklar som enbart används för trial, motocross, isracing, enduro, supermoto, speedway, roadracing eller dragracing. Funktionskraven skiljer också om man har motorcykeln som en kul grej på fritiden, daglig arbetsplats eller bara vill visa upp den som ett konstföremål på en utställning. Det finns även andra varianter av motorcyklar som minimoto (eng. pocketbike) eller som radiostyrda i skala 1/5.

Egenskaper

En motorcykel har en del speciella egenskaper, varav några helt skiljer den från en bil.

- Stillastående och i låg hastighet så är den tung och bökgig.
- Stabiliserar sig själv i vertikalt läge när man kör rakt fram.
- Måste lutas för att kunna svänga.
- Bromsar med individuella kretsar för fram- och bakbroms.
- Relativt en bil, helt fantastiska prestanda.
- Kräver en mycket aktiv förare.

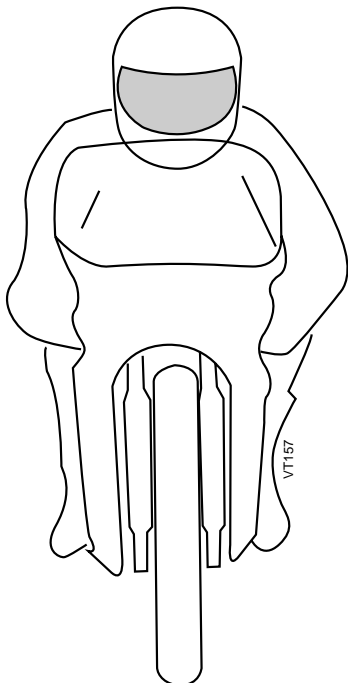
Den sista egenskapen, den att motorcykeln är ett fordon som kräver en aktiv förare, är nog den egenskap som tilltalar de flesta som kör motorcykel. Man åker inte motorcykel utan man måste aktivt köra den.

Tung och bökgig

Med motorn avstängd så är motorcykeln en trög pjäs att manövrera. Att gå bredvid och skjuta hojen kan vara mycket svett drivande. Bara att leda hojen ut och in i garaget kan vara svårt. De flesta hojåkare har varit nära att tappa sin hoj i eller utanför garaget. Det är inte så

konstigt då motorcykeln har stor massa, hög tyngdpunkt, begränsat styrutslag och balanserar på två små ytor mellan däck och underlag.

Stabiliserar sig själv



När du åker rakt fram så stabiliserar motorcykeln sig själv. Om vi bortser från yttre faktorer som vägens sidolutning, eventuell spårbildning och sidvind så skulle hojen av sig själv gå rakt fram tills bensinen tog slut. Det förutsätter också att du sitter relativt stilla och inte rör styret. Du behöver inte göra någonting. Motorcykeln styr sig själv!

Det hela beror på gyroeffekten i hjulen i kombination med framgaffelns försprång. Skulle hojen börja luta åt något håll gör försprånget att den rätar upp sig igen. Det finns alltså ett stabilt vertikalt läge som hojen hela tiden återgår till. Hur det tekniskt fungerar återkommer vi till.

Att svänga en motorcykel

Det finns en hel del olika uppfattningar om hur man bäst och säkrast svänger en motorcykel. En del säger att man ska förflytta kroppen i sidled över motorcykeln åt det håll man vill svänga. Någon säger att man ska trycka på fotpinnen och en del säger att man ska trycka med knäet mot tanken åt det håll man vill

svänga. Andra säger att motstyrning är det enda rätt osv. Men vad är rätt? I USA diskuterar man den här problematiken under rubriken "Body steering or counter steering".

Olyckor

En stor del av mc-olyckorna beror på att föraren inte svängt alls, inte svängt tillräckligt snabbt eller svängt åt fel håll. Tittar vi på olyckor som händer i kurvor utan inblandning av andra fordon kan föraren ha:

- Kört för fort in i kurvan och "blivit stel", d v s satt sig upp och hållit hårt i styret.
- Inte kunnat eller vågat lägga ner tillräckligt mycket, varför motorcykeln går rakt fram.
- Kört för fort in i kurvan, vridit av gasen eller bromsat varför motorcykeln reser sig och går rakt fram.

Den här typen av olyckor brukar i tidningarna förklaras som: Föraren tappade herraväldet över motorcykeln.

I den djupanalys av 921 motorcykelolyckor i Europa som redovisas i MAIDS rapport så beror huvuddelen av olyckorna på kollision med andra fordon i tätort. Scooter och mopeder var dock stort överrepresenterad relativt vanliga motorcyklar. Cirka 12 % av olyckorna kan direkt hänföras till olyckor i kurvor.

Hur svänger du?

Måste luta för att svänga

När man ska svänga skiljer sig motorcykeln radikalt från en bil. Ska du svänga en motorcykel så måste den luta inåt i kurvan för att inte tippas omkull utåt av den (centrifugal-) kraft som verkar på hojen och föraren. För att kunna svänga så måste först motorcykeln börja luta inåt.

En kort, hög och lätt motorcykel för motocross- eller trial är lättare att svänga i låg hastighet än en lång, låg och tung hoj. Det hela beror också på var du har kroppens tyngdpunkt relativt hojens tyngdpunkt.

Hur får du motorcykeln att luta?

Ja, det beror på hastigheten och hur snäv kurvradien är. I låg hastighet och med snäv kurvradie så får du bra balans om du ställer dig upp på fot pinnarna och har knäna något böjda. Körställningen brukar kallas ”lätt sits”. Den gör att du med hjälp av kroppens höga tyngdpunkt kan luta (bryta) hojen åt sidan för att svänga den. En liten vingling med framhjulet räcker då för att luta hojen.

Kör du lite fortare så måste du mera tydligt ta hjälp av gyroeffekten i framhjulet. Det innebär att du ett mycket kort ögonblick måste svänga åt fel håll! Vill du svänga till höger så ger du höger styrhandtag en lätt tryckning framåt! Då lägger sig hojen åt höger.

Du motstyr först för att luta hojen och sedan svänger du. Hela förloppet från motstyrning till lutning går snabbt. Ja, du styr inledningsvis åt fel håll relativt det håll som hojen svänger åt. När du sedan vill resa upp hojen så styr du inåt. Vid låg hastighet behövs väldigt liten kraft för motstyrningen och därför är du kanske heller inte riktigt medveten om vad du gör.

Lite gyroteori finns längst bak i Appendix 1.

Det är inte möjligt att i någon hastighet svänga en tvåhjulig cykel eller motorcykel utan att motstyra för att få den att luta och svänga.

Svänga i låg hastighet

Efter det att du fått hojen att luta så pekar framhjulet inåt, åt det håll du svänger. Du kompenserar också för centrifugalkraften genom att luta kroppen inåt. För att få den att luta så måste du motstyra.

Man har i USA filmat ett stort antal mc-förare i en körgård. Vid en hastighet av 40 km/h så använde hälften av förarna en klart synlig motstyrning för att få hojen att luta. Alla använde motstyrning för att få hojen att resa sig upp. I låg hastighet är det möjligt att skapa en motstyrningsimpuls genom att bryta omkull hojen. Det är dock betydligt enklare och lättare att svänga med hjälp av en markerad motstyrning.

I låg hastighet är det lätt att styra. Det beror på att hjulens rotationshastighet är låg och då är även gyroeffekten liten.

Svänga i hög hastighet

En bil svänger du genom att styra åt det håll du vill åka. En motorcykel styr du åt motsatt håll! För att kunna svänga så måste motorcykeln först börja med att luta inåt.

Det hela går till så att du gör en liten snabb tryckning på styret framåt åt det håll du vill svänga. Motorcykeln lägger sig då snällt genom kurvan. Du ska även flytta över kroppen åt det håll som du vill svänga så att du fortfarande sitter i hojens symmetrilinje. En liten styrimpuls och en liten kroppsförflyttning ger tillsammans en kontrollerad kurvteknik.

Vi tar det en gång till! Vill du svänga åt höger så ger du höger styrhandtag en lätt tryckning framåt, d v s en styrimpuls. Luta med åt höger och ta kurvan. För att resa upp hojen efter kurvan så ge en liten styrpuls i vänster styrhandtag.

Om du tycker att ”trycka höger handtag framåt” känns konstigt så kan du i stället ”dra i vänster handtag”. Det ger samma påverkan på framhjulet och ger samma resultat.

Om du inte tidigare medvetet använt styrmetoden så bör du välja en stor öppen plats och börja i låg hastighet och med mycket lätt handlag. Att i hög hastighet dunka till i ena styrhandtaget för att se vad som händer är förenat med livsfara.

Första gången som jag läste om styrimpuls (motstyrning) var i början på 1970-talet. Jag hade fått tag på en liten tunn handbok som polisen gav sina mc-förare. Jag provade sen också metoden och den fungerade förbluffande bra. Innan jag kände till styrmetoden hade jag både kört omkull och kört ut i skogen, dock utan större fysiska skador men med en del skavanker på självförtroendet.

Genom kurvan

Du behöver inte göra något mer med styret genom svängen. Det beror på att däckens utsida har mindre radie än däckens mitt. Effekten är densamma som man får då man rullar ett koniskt föremål. Konen svänger åt det håll som har minst radie. Du får alltså lite hjälp av däcken när du svänger. Ju mer du lutar hojen desto snävare svänger den.

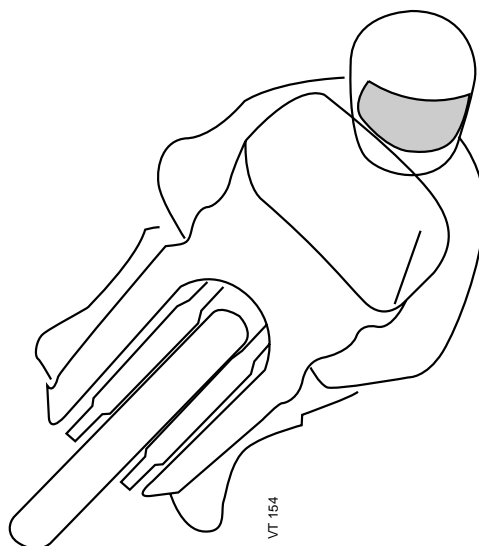
Efter kurvan

Du ger en styrimpuls åt andra hållet och hojen reser sig upp.

Styr så här!

När du svänger en motorcykel ska du:

1. Ge en styrimpuls åt det håll du vill svänga.
2. Följ med hojen med kroppen åt det håll du vill svänga.
3. Ta kurvan
4. Res upp hojen genom att styra lite till inåt i kurvan.



Något att tänka på

Kör du mycket bil och bara ibland motorcykel är det viktigt att komma ihåg att en motorcykel inte styrs som en bil. En bil styr du åt det håll du vill svänga. En motorcykel motstyr du. Med lite körtid på hojen och mycket tid i bilen är det lätt att ta till beteendet från bilkörningen när du tvingas göra en snabb undanmanöver med hojen. Då går det helt fel.

Att det finns olika uppfattningar om hur man svänger beror på att det finns stora skillnader mellan olika typer av motorcyklar. På en lätt och motorstark hoj för cross och enduro känns det som om man kan tvinga ikull den genom att ändra kroppsvikten och sedan ställa upp den och svänga hojen med hjälp av gasen.

De finns mc-förare som bestämt hävdar att de inte motstyr utan enbart ändrar kroppsvikten för att styra. Det är inte fysiskt möjligt. Föraren motstyr utan att veta om det när han eller hon håller i styret och klänger från ena sidan på hojen till den andra.

En stor och tung motorcykel i hög hastighet kan man inte svänga enbart genom att förflytta kroppsvikten och ändra lutningen på hojen. Man måste också (mot-) styra.

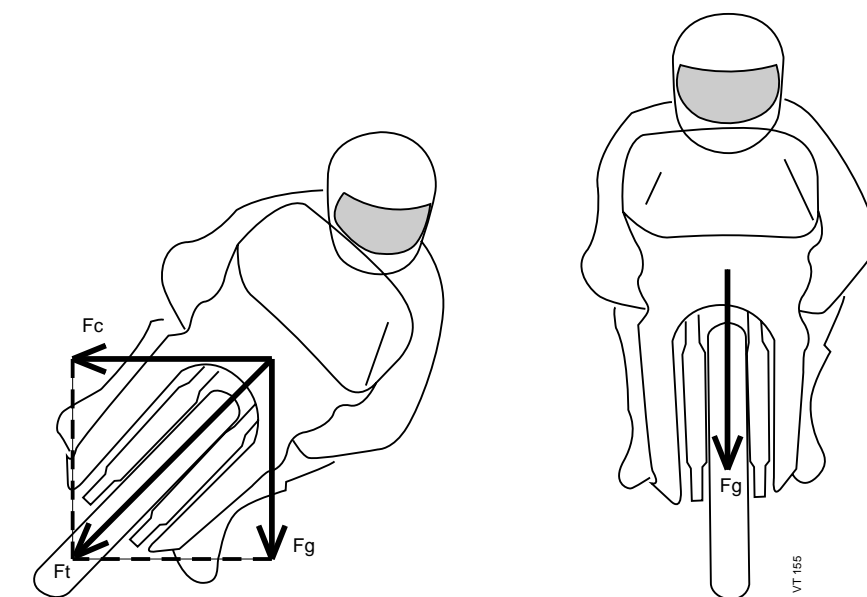
En extrem form av motstyrning kan man se på en motorcykel för speedway som har framhjulet pekande utåt i kurvorna. Det man gör med framhjulets vinkel är att kompensera för de påskjutande krafterna som bakhjulet ger. Om man inte vinklade ut framhjulet så skulle man åka in på innerplan. Föraren måste även luta hojen inåt för att kompensera för centrifugalkraften som försöker tippa ekipaget utåt i kurvorna.

Hög kurv hastighet

Kör du rakt fram så bestämmer tyngdkraften friktionen mot underlaget. I en kurva så verkar resultanten av tyngdkraften och centrifugalkraften mot underlaget. Friktionen mot underlaget blir då större än när du kör rakt fram.

Tyngdpunkten är den punkt där resultanten till alla tyngdkrafter som verkar på motorcykeln och föraren är placerad.

Ju fortare du kör genom en kurva desto mer



Styret

Styret används för att styra hojen och för att hålla fast ett antal reglage som ska vara lätt tillgängliga för fingrarna.

Ett "känsligt" grepp om handtagen gör också att hojen med hjälp av försprånget och gaffelvinkeln självstyr och stabiliserar sig.

Styret är inte två handtag som man ska klamra sig fast i då det håller på att gå åt skogen.

måste du luta hojen. Vid samma hastighet, kurvradie och friktion så är det ingen skillnad i lutning mellan en stor tung hoj och en lättare hoj. De kan hålla samma hastighet genom kurvan. Men det är i teorin. I verkligheten så gör föraren en hel serie med olika korrektioner av hastighet och lutning genom kurvan. Då kan föraren snabbare korrigera en lättare hoj än en tyngre hoj. Flyttas tyngdpunkt uppåt, exempelvis genom en tyngre förare så behöver hojen inte lutas lika mycket som med en lätt förare.

Bromsning

Om vi undantar motorcyklar för speedway och isracing så har alla motorcyklar både fram- och bakbroms. Den helt dominerande bromskraften får man av framhjulet. Det beror på den viktfröskjutning som man får när man bromsar. Dragkraften verkar i ekipaget tyngdpunkt. Bromskraften som är motriktad dragkraften verkar under tyngdpunkten och ger ekipaget en rotationsrörelse framåt. En kraftig bromsning med framhjulet gör att bakhjulet lyfter från marken.

Man kan bromsa en motorcykel genom att börja med att lätt sätta an bromsen bak och samtidigt som man släpper bakbromsen något sätter an framhjulsbromsen. Släpper man inte på bakbromsen vid rätt tillfälle så finns stor risk att bakhjulet låser när hela motorcykelns tyngdpunkt hamnar på framhjulet. Därför väljer de flesta förare att på torr väg enbart bromsa med frambromsen. Skulle man låsa framhjulet så håller gyrokrafterna i bakhjulet hojen i rätt läge tills man släpper bromsen.

Ett tryggt sätt att bromsa för en kurva är att bromsa när motorcykeln är helt upprätt och sedan ta kurvan. Om man kommer för fort in i kurvan och måste bromsa i kurvan? Ja, det går att bromsa i kurvan, men det är svårt. Det som händer vid ett måttligt nerlägg är att motorcykeln reser sig när man bromsar. Är man beredd på detta och kan och hinner kompensera genom att ändra kroppsläget så är det ok. Kurvbromsning är dock svårt och inget att rekommendera.

Låser man hjulen under bromsning så försvinner all gyrostabilisering och även möjligheten att styra försvinner. Det gör i de flesta fall att motorcykeln även lägger sig på sidan.

En spektakulär form av olycka som inträffar i kurvor är det som kallas för highsider. Det är när man – och här handlar det om proffsiga roadracingförare – kör med sladd genom en kurva och då bakhjulet plötsligt får fäste. Då reser sig motorcykeln blixtnabbt och i de flesta fall kastas föraren av.

Bromssträckan

Från hastigheten 100 km/h till stillastående på torr asfalt så är kortaste bromssträckan för en motorcykel ca 40 m. Det förutsätter dock att du är erfaren och har tränat en hel del bromsning. En normal förare brukar hamna på mellan 40 till 60 m. En duktig tävlingsförare kan få ner sträckan till strax under 37 m.

Bromssträckan för en bil under samma förutsättningar är från 35,6 till 43 m. Den kortaste sträckan är för en bil med superbromsar och racingdäck och den längsta för en standardbil med standarddäck.

ABS?

Ett hjul som fortfarande roterar under kraftig bromsning har större bromseffekt än ett låst hjul. Ett låst hjul har enbart glidfriktion mot underlaget.

Låsningfria bromsar kallas vanligen ABS, antilock braking systems.

Ska du bromsa en motorcykel så krävs att du först reagerar. Med en reaktionstid på 1 sek så hinner du i 100 km/h åka 27,7 m innan du börjar bromsa. Tiden från det att du börjar dra i handtaget till det att hjulet låser är ca 0,2 sek. Då hinner du ytterligare ca 5,5 m.

Vid 100 km/h

Reaktionstiden	1 sek	27,7 m
Bromsfördröjningen	0,1 sek	5,5 m
Bromssträcken		40-60 m

Stoppträcken blir då från 73,2 m till 93,2 m.

Styrgeometri

Benämningar

Styrvinkeln (eng. caster angle eller rake) är vinkeln mellan en tänkt vertikal linje genom styrhuvudet och en linje genom styrhuvudets axiella centrum. Gaffelvinkeln är vinkeln mellan en tänkt vertikal linje genom styrhuvudet och en linje genom gaffelbenets axiella centrum.

På bilden har styrvinkeln och gaffelvinkeln samma värde. Med ”rakeade” gaffelkronor är vinklarna olika.

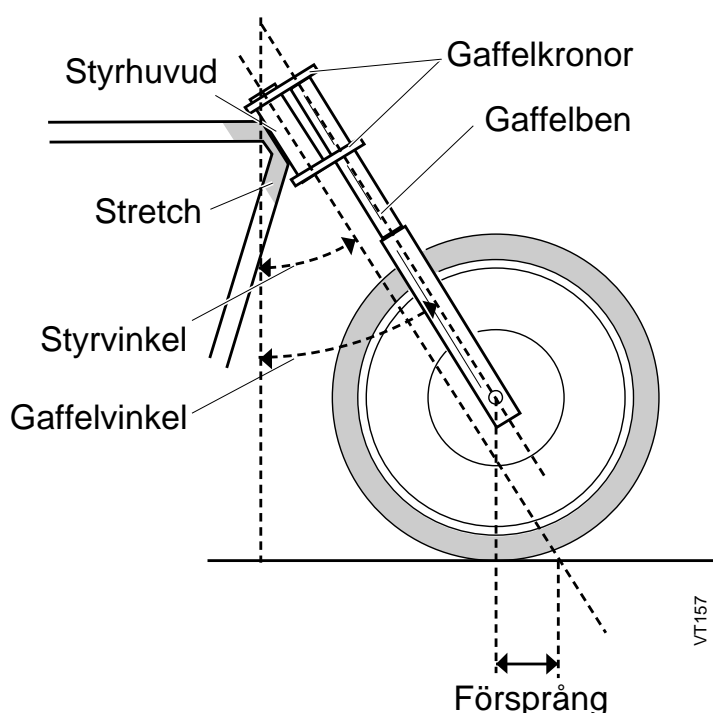
Försprånget är avståndet mellan två punkter på marken. Den ena punkten är där en linje genom styrhuvudets axiella centrum träffar marken. Den andra punkten är där en lodrät linje genom framaxelns centrum träffar marken.

Att styrvinkeln på bilden ger ett visst försprång beror på just det här hjulets storlek. Det finns ingen koppling mellan en given gaffelvinkel och ett visst försprång. Ett större hjul ger ett större försprång och ett mindre hjul ett mindre försprång.

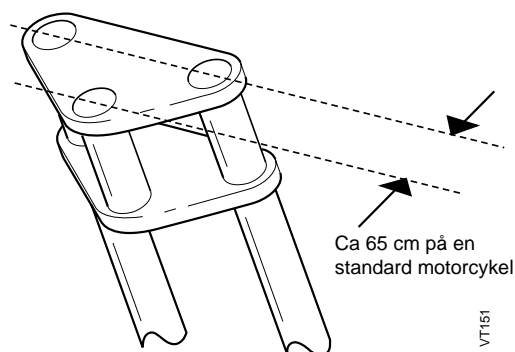
Styrhuvudet

Huvudet är lagerläget för gaffelkronorna och har vanligen samma lutning som framgaffeln – vissa undantag finns. Styrhuvudets infästning i ramen är kritisk och man strävar efter att ha en så stum infästning som möjligt i ramen. Ett styrhuvud som kan flexa ger upphov till en del obehagliga och farliga svängningar. Styrhuvudet utsätts för mycket stora belastningar genom den hävarm som gaffeln är vid kraftig kurvtagning och bromsning. Även markkontakten efter ett kraftigt framhjullyft kan ge stor momentan belastning på styrhuvudet.

För att få ett snyggare utseende så är det vanligt att man på choppers flyttar fram styrhuvudet en bit. Kalls för stretch (engelska för töjning).

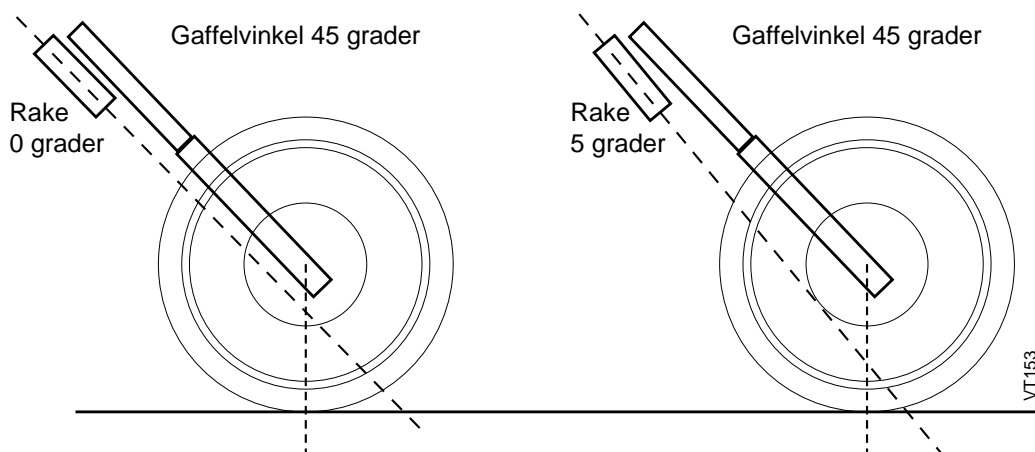


Gaffelkronorna



Kronorna är de gjutna eller frästa plattor som gaffelbenen är fästa i. Kronorna håller axeln som går genom styrhuvudet och de två gaffelbenen. Axeln genom styrhuvudet och gaffelbenen är vanligtvis parallella. Kronorna är normalt utförda så att gaffelbenens läge hamnar ca 65 mm framför styrhuvudet centrum. Cross- och Enduro hojar har 20-24 mm. Mindre offset ger snabbare styrning. Avståndet mellan styrhuvudet och gaffelbenen brukar man kalla för styrhuvudets offset.

Det finns även justerbara kronor. Brukar kallas ”rakeade kronor”. Den vanligaste användningen är att använda dem för att minska försprånget till rimliga värden då man har en lång framgaffel. Den undre kronan får då ett större offsetmått än den övre. Till sporthojar finns det fasta kronor med olika offset och även justerbara med utbytbara hylsor för att finjustera försprånget och styregenskaperna.



Gaffelbenen

Gaffelns längd på en H-D brukar vara 788 mm till 820 mm. Man mäter avståndet från övre gaffelkronans övre yta till centrum på hjulaxeln.

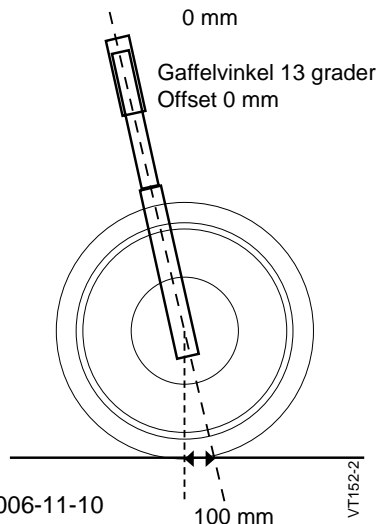
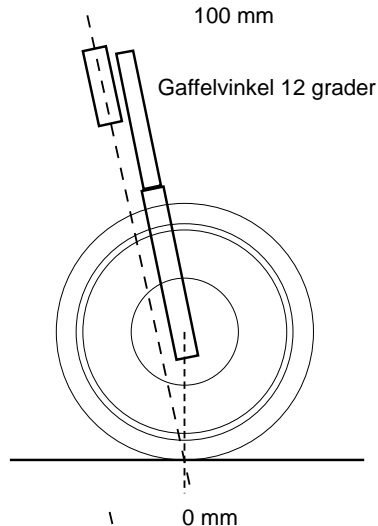
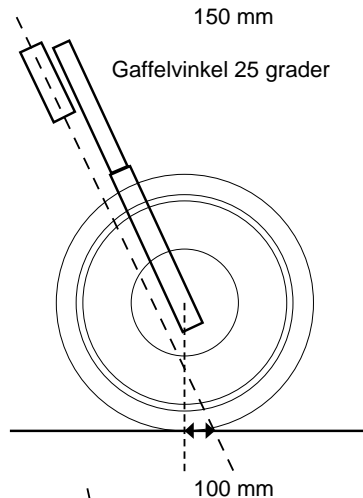
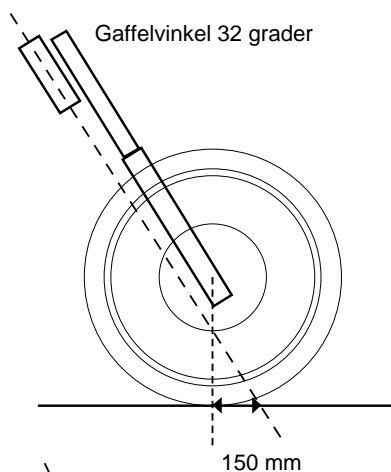
Gaffelvinkeln

Beroende på modell har H-D en styr- och gaffelvinkel på 28° till 33°. Försprånget ligger inom 100 till 156 mm. För att få rätt utseende så har choppers vanligen större gaffelvinkel. Upp till 45° förekommer. Sportmotorcyklar brukar ha brantare gaffelvinklar än 28°.

Fabrikat	Styrvin- kel	Gaffel- kronor- nas offset	Gaffel- vinkel	Försprång	Typ av hoj
Buell XB12S -05	21°	0°	21°	84 mm	Sport
Yamaha YZF-R1 -04	24°	0°	24°	96.5 mm	Sport
Ducati 900 Supersport FE -98	25°	0°	25°	103 mm	Sport
Triumph Thunderbird Classic -04	27°	0°	27°	106 mm	Sport
Kawasaki KLR 650 -04	28°	0°	28°	112 mm	Grus
H-D XL 883 Sportster -04	29,6°	0°	29,6°	116,8 mm	Allround
H-D FLSTF Fatboy -04	32°	0°	32°	147,3 mm	Allround
Honda VTX1800F -05	32,48°	0°	32,48°	152 mm	Allround
H-D V-Rod VRSCA -04	34°	+3°	37°	99,1 mm	Allround

Försprånget

Om du sitter på motorcykeln och vrider framhjulet mellan styrstoppen så ser och känner du hur gaffeln har sitt högsta läge i mitten. Från mitten och åt sidorna så sjunker gaffeln ner några mm, kanske så mycket som ett par centimeter. Det beror på försprånget och är inget fel utan en förutsättning för att hojen ska stabiliseras då man kör rakt fram.



Försprånget gör att kontaktpunkten mellan däck och vägbanan hela tiden ligger bakom styraxelns centrum. Det är rullmotståndet som gör att hjulet hamnar efter styraxelns centrum.

Försprånget har en avgörande betydelse för hur motorcykelns styrning känns och fungerar. Ett långt försprång gör motorcykeln något trögstyrd men ger också en stabilitet rakt fram. Hojen har också en tendens att tippa inåt i kurvorna. Det beror på att tyngdpunkten förflyttas mer i sidled än med ett kortare försprång. Ett kort försprång ger en snabb styrning vilket kan vara till fördel i kurvor men också en styrning som rakt fram lätt påverkas av ojämnheter och spårbildningar i vägbanan.

Generellt kan man säga om försprång:

150 till 130 mm	Stora tunga hojar och dragbikes
130 till 100 mm	Normalt på en allround hoj
100 till 80 mm	Lättstyrda sporthojar
Under 80 mm	Vingligt och inte att rekommendera
0 mm och minus värden	Mycket vingligt och direkt farligt

Hur försprånget känns och upplevs beror till viss del även på styrets utformning. Känslan beror på momentarmens längd och är olika beroende på om man kör med "aphängarstyre", dragbar eller ett clip-on monterat mellan gaffelkronorna. En annan parameter är tyngden på framhjulet. Vikten varierar en hel del beroende på om föraren ligger framåtlutad, sitter upprikt eller tillbakalutad.

Gaffelkronor och försprång

Är man ute efter att med ett givet försprång få till en snabb och lätt styrning så kan man ändra styrhuvudet offset. Påfrestningarna på styrhuvudet och framgaffeln vid bromsning blir då större än med en flackare styrvinkel. Försprånget ändrar sig också mer vid fjädringsrörelser än med en flackare styrvinkel.

Framhjulets storlek

Ändrar man framhjulets storlek från ett stort hjul till ett mindre så ändrar man gaffelvinkeln något och man minskar också försprånget. Gyroeffekten gör att ett hjul med stor diameter är stabilare än ett mindre hjul.

Fjädring och bromsning

När man bromsar hårt med framhjulet så trycks framfjädringen ihop och försprånget minskar.

Choppers

På en chopper väljer man ofta av estetiska skäl att ha en lång gaffel och flack gaffelvinkel. Med framgaffeln parallell med styrhuvudet blir försprånget för stort. För att minska försprånget kan man använda justerbara gaffelkronor. Man kan då ha ett brantare styrhuvud i kombination med en stor gaffelvinkel och får på så sätt ett normalt försprång.

Accelerera

På en motorstark hoj brukar ett snabbt och kraftigt gaspådrag göra att framhjulet lyfter från marken. Beroende på motorcykelns utförande kan samma motoreffekt- och vridmoment ge helt olika hjullyft. Det beror på tyngdpunktens placering. En kort och hög hoj lyfter snabbare än en lång och låg. Hjullyftet beror också på hur föraren sitter på motorcykeln. "Ligger" man långt fram så har man mer massa över framhjulet relativt om man sitter rakt upp. Då kan det hända att bakhjulet slirar några varv istället för att lyfta framhjulet.

Fjädring

Anledningen till att man vill ha hjulen fjädrande infästa är att det förbättrar väghållningen och komforten.

Standardmotorcykeln

På en standardmotorcykel vill man att hjulen ska följa vägbanan så mycket som möjligt. Man vill att hjulen har kontakt med vägen. När hjulen kommer till en grop vill man att fjädringen ska trycka ner hjulet i gropen. När man kommer till en puckel vill man att fjädringen ska ta upp ojämnheten så att inte motorcykeln studsar upp och tappar markkontakten omedelbart efter puckeln. Hur lång fjädringsrörelse man har beror på vilken typ av motorcykel det är. Cross och enduro har längre fjädringsrörelser än standardmotorcyklar. Det är vanligt att man väljer en fjädring som med föraren på plats fjädrar in 1/3 och att man har 2/3 för utfjädring. Fjädring konstrueras normalt så att den är progressiv, d v s mjuk i början och därefter successivt hårdare.

Hur väl hjulen följer vägen beror naturligtvis också på hastigheten. Åker man fort över en ojämnhet så krävs en fjädring som snabbt anpassar sig till underlaget. Det kan man få med en hård fjädring och en låg ofjädrad vikt. Den ofjädrade vikten är hjulet och de delar som finns utanför fjädringen d v s swingarm, nedre gaffelben, skivbromsar, axlar, fälgar och däck. Därför väljer man så lätta material som möjligt för dessa komponenter exempelvis aluminium, magnesium, titan eller kol-

Stelbenschopper?

Väljer man att åka en stelbens chopper, d v s en motorcykel som saknar bakfjädring så är det bara däck som är fjädringen. Däcket har en förvånansvärt stor förmåga att svälja ojämnheter i vägbanan. På en asfalterad väg av god standard märker man inte att man saknar bakfjädring.

Varma dämpare

Rörelseenergin som tas bort av stötdämparen omvandlas till värmeenergi. Det gör att stötdämparna blir varma. En del dämpare har därför en yttre behållare med kylflänsar för att leda bort värmen från oljan. Ett extremfall är ökenrallyn där det kan hända att oljan kokar under långa

fiber.

Stötdämparen som i de flesta fall är ihopbyggd med fjädningen har till uppgift att göra så att fjädningen efter en in- eller utrörelse snabbt återgår till sitt neutralläge. Utan stötdämpare skulle motorcykeln bete sig som en gunga efter ett gupp. Vanligast är att stötdämparen är aktiv då fjädring rör sig utåt. Det finns även modeller som kan verka både inåt och utåt. Som medium i stötdämparen används vanligen olja, s k gaffelolja. Även komprimerad luft och annan gas används som medium. Att motorcyklar har olika typ av fjädring kan man förstå om man ser spännvidden mellan en fullastad Gold Wing med passagerare och släpvagn och en motorcykel för motocross eller trial. Hur man väljer lämpliga fjädrings- och stötdämparkomponenter och hur dessa ställs in är ett expertarbete.

Dragbiken

En dragbike ska gå fort rakt fram. Därför vill man att så mycket som möjligt av motoreffekten ska hamna på bakhjulet. En mjuk bakfjädring gör att motorcykeln sätter sig på bakhjulet innan den börjar röra sig framåt. Därför är det vanligaste utförandet på en dragbike att den har en helt stel bakdel. På en motorcykel som i standard har en bakfjädring är det vanligt att man spänner upp fjädningen maximalt eller helt tar bort fjädningen och stötdämparen och monterar ett stumstag.

När det gäller framfjädningen vill man att hjulet så snabbt som möjligt följer med gaffeln uppåt. Det är tvärt om mot vad man vill ha på en vanlig motorcykel. Man får då snabbt så mycket massa som möjligt på bakhjulet. Det förekommer också att man på olika sätt – på en standardgaffel – hindrar utfjädningen på olika sätt. Man väljer gärna att ha en startteknik där framhjulet lyfter några centimeter den första metern ut. Man är då helt säker på att hela vikten finns på bakhjulet. Höga framhjulsluft är inget man vill ha. Effekten slösas då bort på att lyfta framhjulet istället för att skjuta hojen framåt.

Funktionsstörningar

Olika svängningar

En motorcykel kan ibland komma i svängningar. I många fall uppträder de plötsligt och kan vara mycket obehagliga. De kan också leda till svåra olyckor. Svängningarna kan ha olika frekvens, amplitud och olika centrum. De kan uppstå av olika orsaker. Beroende på uppträdandet så kan man dela in svängningarna i tre grupper:

- Mekanisk flexibilitet.
- Förändringar av tyngdpunkten och aerodynamiska krafter.
- Framhjulssvängningar.

Det finns troligen också ett samband mellan de olika typerna.

Ram- och svingarm

På motorcyklar med bakfjädring så sitter bakhjulets axel fast i en vertikal rörlig svingarm. Sidokrafterna på ramen, svingarmen, infästningen och lagret blir mycket stor vid bromsning, gaspådrag och kurvtagning. Är svingarmen underdimensionerad eller har någon defekt kan de stora ändringarna av krafterna som verkar på svingarmen genom en kurva ge upphov till svängningar. Man kan säga att hela hojen flexar. Svängningarna har relativ låg frekvens och amplitud och brukar normalt upphöra när man rätar upp hojen efter svängen.

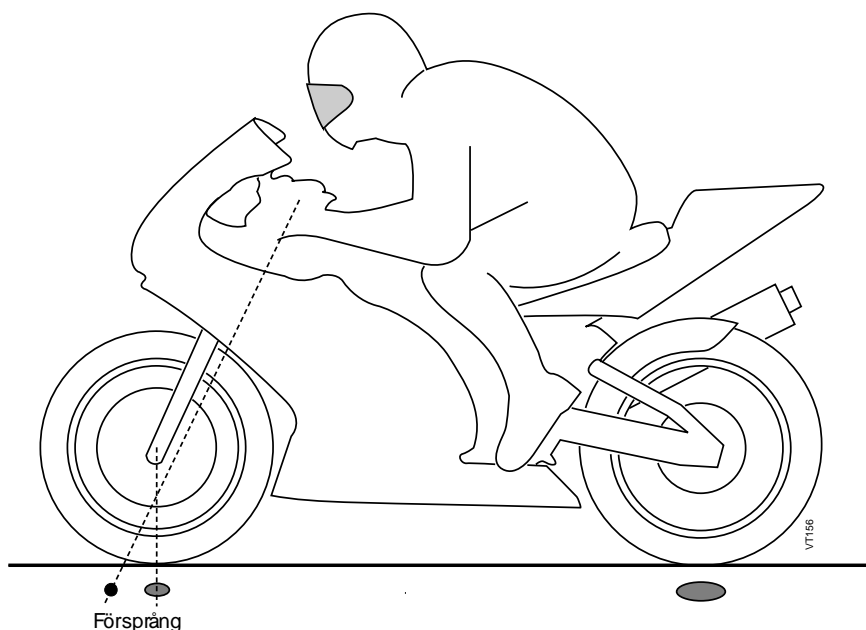
Om man bak har dubbla fjädrar/stötdämpare, d v s en på vardera sidan kan skillnader i funktionen göra att svingarmen beter sig konstigt.

Kåpor och väskor

Styrmonterade kåpor, packväskor och s k top-boxar kan vara orsak till skakningar och svängningar. Orsaken är förändringar av hojens aerodynamik och tyngdpunkt. Luftens hastighet påverkar storleken och riktningen på kraften som verkar i kraftcentrum. Kraftcentrumets läge varierar med hastigheten. Tyngdpunkten förändras man beroende på vad man stoppar i väskorna.

Framhjulssvängningar

Försprånget, som har till uppgift att stabilisera hojen och hjälpa till att styra rakt fram är också en källa till framhjulssvängningar. Det beror på att i markplanet, som även är kontaktytan för framhjulet, så ligger styraxelcentrum framför däckets kontaktpunkt. Det är det som är försprånget. Man kan på bilden se att en kraftig hoptryckning av framfjädringen i kombination med ett lågt luft-



tryck i framdäcket gör att försprånget minskar och börjar närma sig ett kritiskt värde. Ett kort försprång ger en vinglig styrning som lätt påverkas av yttre faktorer. Är försprånget noll eller negativt så kan hjulet lätt slå runt. Man har då en livsfarlig styrgeometri!

Svängningarna kan vara godartade d v s att de dör ut av sig själva. Men de kan också underhållas av ojämnheter i vägbanan och växa till en amplitud som gör att styret slår våldsamt mellan styrstopplägena. Kraften kommer från gyroeffekten i framhjulet. Då svängningen inträffar så hoppar också hela hojens framdel upp och ner. Hoppen beror på att styrhuvudet har sin högsta punkt när framhjulet pekar rakt framåt och har lägre lägen vid styrutslag.

På avdelningen för barn, på tekniska museet i Stockholm, finns ett cykelhjul med två handtag. Hjulet används för att låta barn känna på gyroeffekten. Sätts hjulet i rotation så kan man prova hjulets reaktion på en styrimpuls. Hjulet lägger sig direkt när man stöter till ett av handtagen. Man kan också vrida hjulet fram och tillbaka och känna hur lätt och snabbt hela hjulet kan sättas i wobbling. Då hjulet roterar med hög hastighet så är kraften i wobblingen omöjlig att upphäva bara genom handkraft.

Wobbling kallas på engelska för "high speed wobble" eller "tank slapper".

Ofarlig wobbling?

En ofarlig form av svängning kan man ibland råka ut för på en shoppingvagn då ett av hjulen plötsligt sätter igång att slå från sida till sida.

Samma fenomen kan också uppstå på en motorcykel. Men då blir svängningarna betydligt allvarigare.

Yttre omständigheter som kan starta wobbling är:

- Ett gupp eller en grop i vägbanan.
- Spårbildning.
- Regn, d v s låg friktion mot vägbanan.
- Byig vind eller turbulent luft.
- Något som gör att framfjädringen bottnar och ger ett slag och en impuls.

Impulsen kan också uppstå av att föraren har kört på bakhjulet (wheelie) och vid landningen haft framhjulet något snett.

Fel på hojen som kan medverka till wobbling:

- Obalans i framhjulet.
- Dåligt däck eller för lågt lufttryck.
- Glapp eller skada i hjul- eller styrlager.
- Glapp i fjäderbenen.
- Osymmetrisk fjädringsrörelse.
- I efterhand monterad kåpa eller ruta på styret.

Orsaker till wobbling

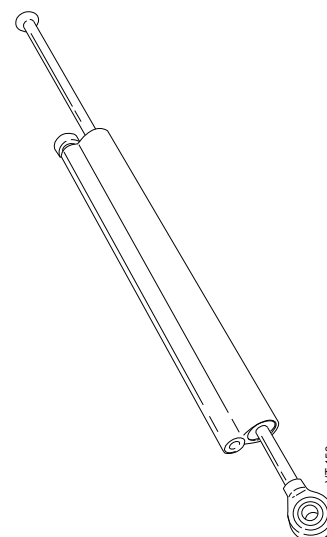
Sammanställer vi det som skrivits och berättats om wobbling kan man se vissa mönster. Här sorterade i prioritetsordning.

1. Föraren har bromsat kraftigt eller abrupt släppt gashandtaget. I en del fall har hojen haft extra packning.
2. Passerat över någon form av ojämnhet i vägbanan.
3. Passerat genom turbulent luft (kört om en lastbil) eller kört i byig vind. Hojar med styrmonterade kåpor är känsliga för den här typen av påverkan.

Den gemensamma nämnaren verkar vara att framfjädringen trycks ihop snabbt och kanske också bottnar. Då fjädringen trycks ihop på en hoj med brant styrvinkel och kort försprång minskar försprånget mer än på en hoj med flack styrvinkel och långt försprång.

Styrdämpare

Man kan till viss del förhindra att svängningarna startar genom att montera en styrdämpare. Den har till uppgift att bromsa kraftiga impulser i styrningen, som ofta är orsaken till att wobbling uppstår. Äldre motorcyklar var ibland utrustade med justerbara styrdämpare. De var lätt åtkomliga och lätt inställbara genom ett stort vred i styrhuvudets centrum. Det senaste när det gäller styrdämpare är en dator som styr dämpningen. Dämpningen ändras beroende på hojens hastighet.



Appendix 1

Gyroeffekten

Att inte en cykel eller motorcykel ramlar när du kör med den, beror på gyroeffekten, d v s de krafter som påverkar ett föremål som roterar. På en motorcykel är det i huvudsak hjulen som ger gyroeffekten, men även motorns roterande delar som svänghjulshalvorna bidrar till gyroeffekten.

Sir Isaac Newton, 1642-1727, beskrev gyrokrafterna i sin naturvetenskapliga bok Principia som gavs ut 1687. Leon Foucault, 1819-1868, namngav och utförde experiment med ett gyroskop 1852. Foucault är även känd för den pendel som han använde för att visa jordens rotation.

Gyroeffekten storlek beror på rörelsemängdsmomentet som beror av hjulets rotationshastighet, dess massa och hur långt ut massan ligger från rotationscentrum.

$$L = r \cdot m \cdot v$$

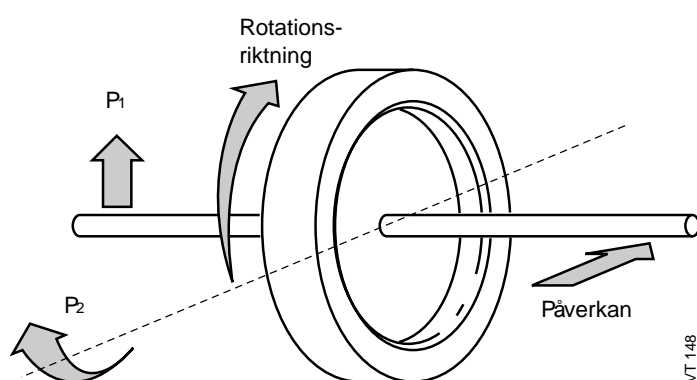
L = rörelsemängdsmomentet, kgm^2/s

r = lägesvektorn, m

m = massan, kg

v = hastigheten, m/s

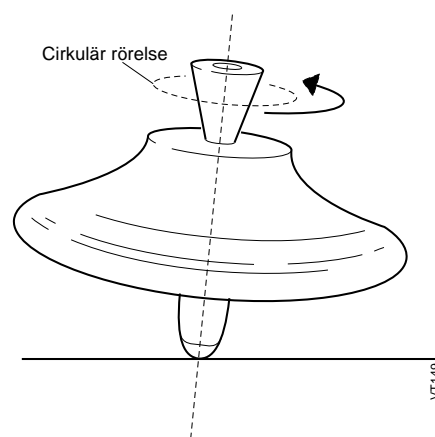
Ett gyro är en cirkulär skiva med en genomgående axel. När skivan roterar stabiliseras gyrots axelläge. Även under påverkan av jordrotationen behåller gyrot sitt läge. Egenskapen används i gyrokompasser och för att exempelvis ange horisontlinjen i flygplansinstrument. Beroende på gyrots funktion kan det vara upphängt i en, två eller tre lättroliga kardaner. Rotationshastigheten på ett instrumentgyro brukar vara i området 20 000 till 40 000 rpm.



Påverkar man en av gyrots axlar, så vrider sig också den andra axelpunkten. Rörelsen P₁ sker vinkelrät och 90 grader efter den påförda kraften. Det gör att hela gyrot vrider sig. Vridrörelsen P₂ som gyrot gör kallas precession. Man säger att gyrot precesserar, eller populärt kantraras. Det är just den här effekten som gör att framhjulet tappar vid en styrimpuls och får cykeln

eller motorcykeln att luta åt rätt håll. Man kan också se detta på en leksaksnurras övre axelpunkt som rör sig i en cirkulär bana då den undre axelpunkten genom tyngdkraftens påverkan bromsas något.

Ett system i rotation har ett visst rörelsemängdsmoment som beror på systemets rotationshastighet, massa och massans läge i förhållande till rotationscentrum. Det innebär att om man flyttar massan inåt mot rotationscentrum så ökar hastigheten. Förhållandet används när en konståkare gör en piruett på isen. Genom att starta rotationen



med armarna utåt och sedan flytta dem inåt ökar rotationshastigheten. Friktionen mellan skridskorna och isen dämpar efterhand rörelsemängdsmomentet och rotationshastigheten avtar.

En motorcykel som är luftburen efter ett hopp på flera 10-tal meter stabiliseras i luften av gyroeffekten man får av hjulens rotation. Utan rotation så skulle en del stunttrix, var betydligt svårare och farligare att utföra.