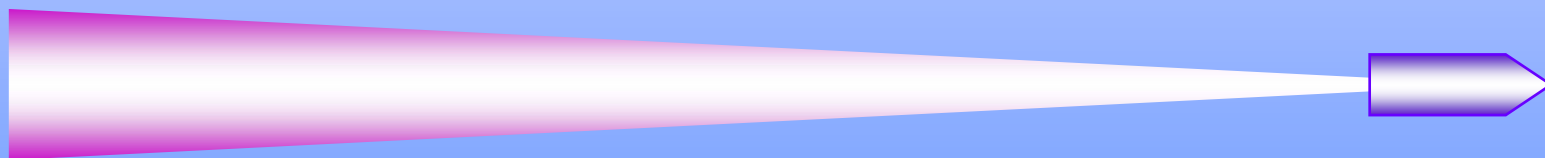


Ut i verdensrommet med plasmaframdrift

Åshild Fredriksen

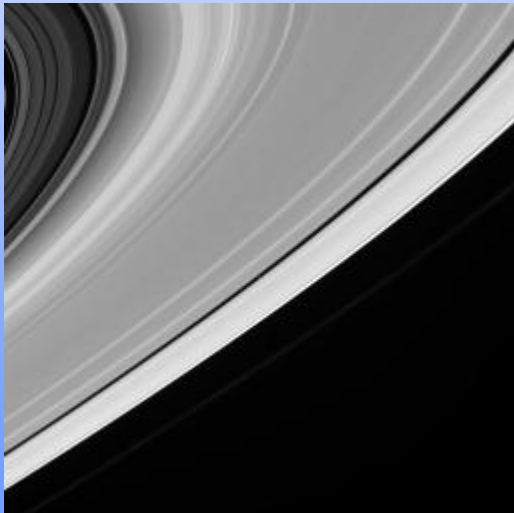
godt hjulpet av Christine Charles og Rod Boswell



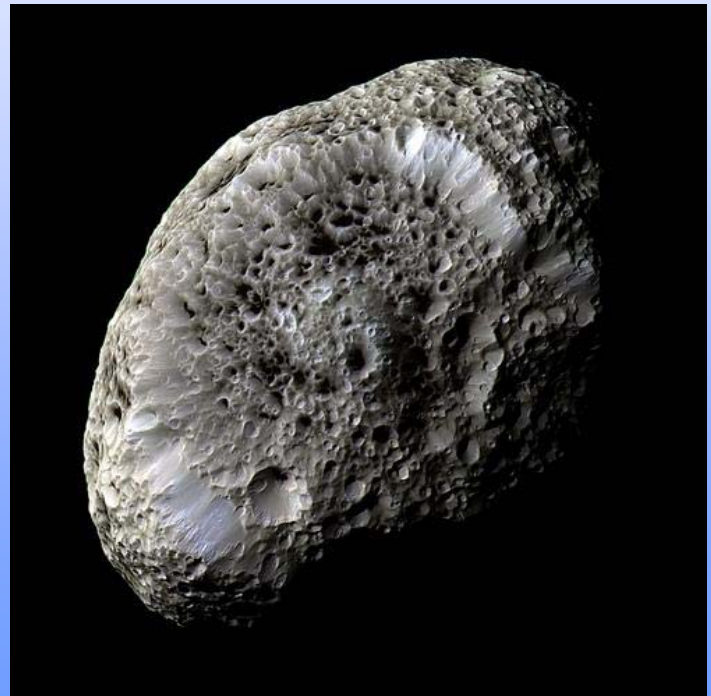
Utforsking av verdensrommet

- fører til nye behov for å sende sonder stadig lengre ut, og kanskje sende mennesker til Mars?

Bilder fra Cassini



Detalj fra Saturns ringer

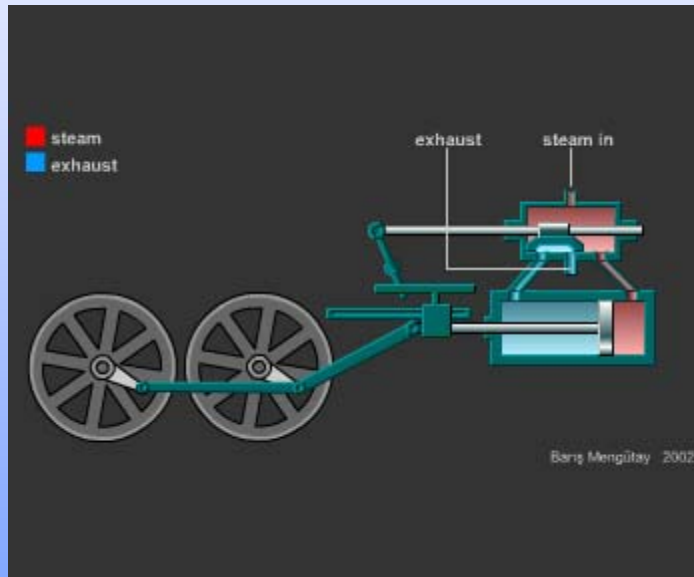


Saturns måne Huygens

Photos from <http://saturn.jpl.nasa.gov/home/index.cfm>

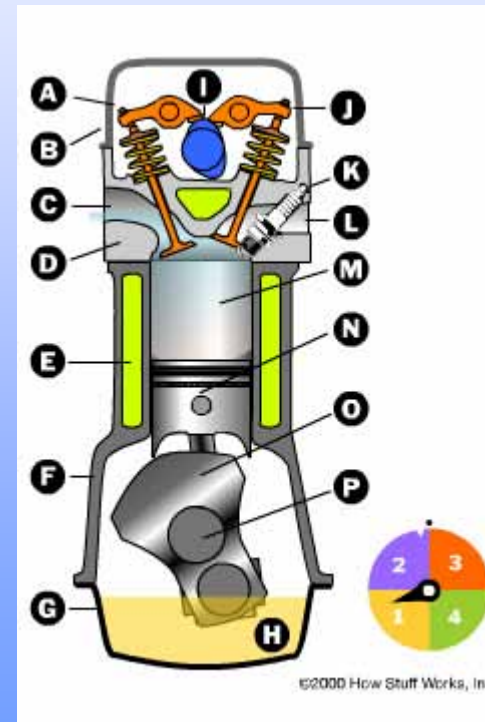
Hva er framdrift?

Det som setter ting i bevegelse (både framover og bakover).
Eksempler:



Hvordan får man framdrift?

Ved hjelp av f.eks vind, **motorer**....

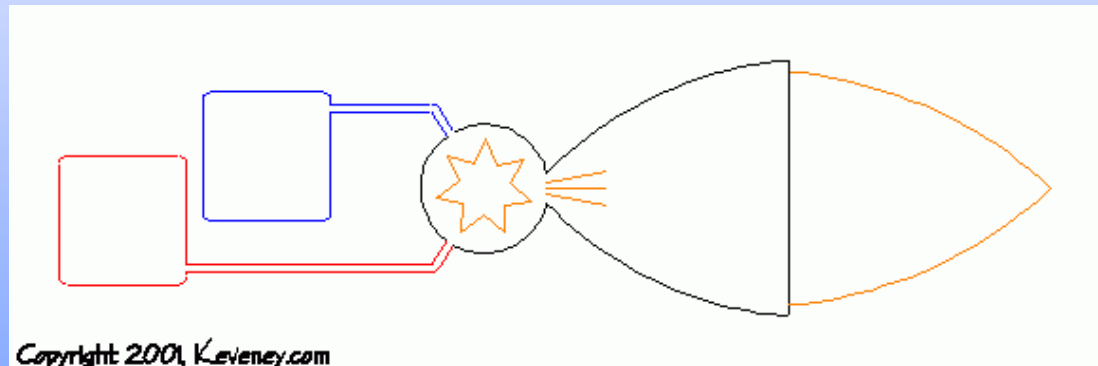


Hvordan får man framdrift

...og med rakettmotorer



Kraft = - Motkraft
(Newtons 3. lov)



Framdrift ved at rakettbrenselet antennes og varm eksos (masse) slynges ut med stor hastighet. Like stor og motsatt rettet kraft driver raketten framover.

$$T = \frac{dmv_e}{dt} = v_e \frac{dm}{dt}$$

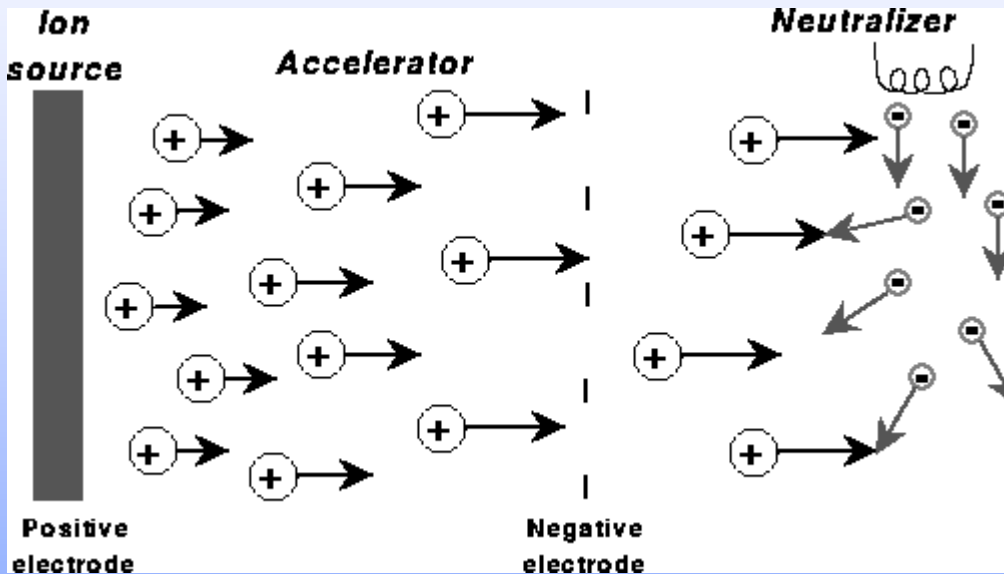
Vanlige raketter

- Kan løfte stor masse over kortere avstander
- Krever mye brennstoff
- Upraktiske på lange romferder



Foto: NASA

Plasmaframdrift = Ioneframdrift



Et eksempel med bruk av elektrode (negativt forspent gitter) for å akselerere ioner. (Elektrostatisk framdrift)

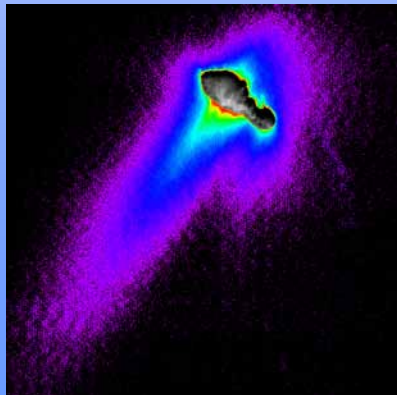
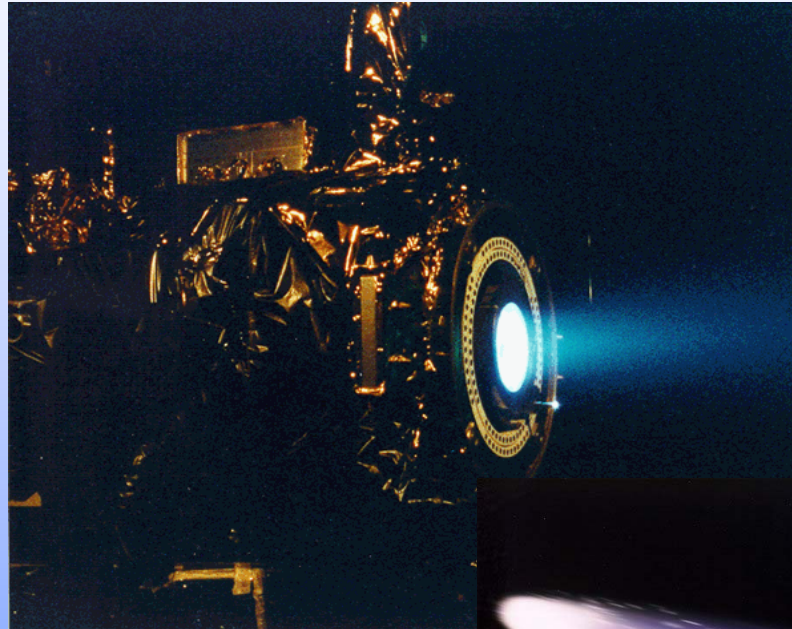
Stort elektrisk felt gir ionene svært stor utgangsfart → mye større framdrift med samme masse som for kjemisk brensel.

Plasmaframdriftens fordeler

- Stor utgangsfart på ionene (massen) gir behov for mindre masse
- Kan bruke hvilken som helst gass (med tunge ioner) – ikke avhengig av en bestemt kjemisk sammensetning
- Praktisk for lange ekspedisjoner ut i rommet, men ikke for tunge løft

Plasmaframdrift i bruk

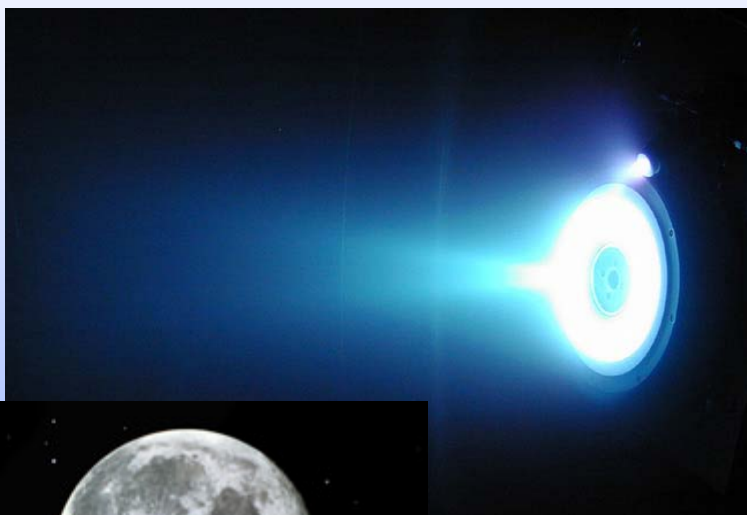
- Første ione'motor' brukt på sonden 'Deep Space 1' skutt opp i 1998.
- Varte til i 2001, etter å ha sendt tilbake data fra kometen Borrelly.



Fotos: NASA

Andre systemer i bruk

Hall-thruster
på SMART-1
(2003)



Brukes også for å justere
posisjonen til geostasjonære
kommunikasjons-satellitter.

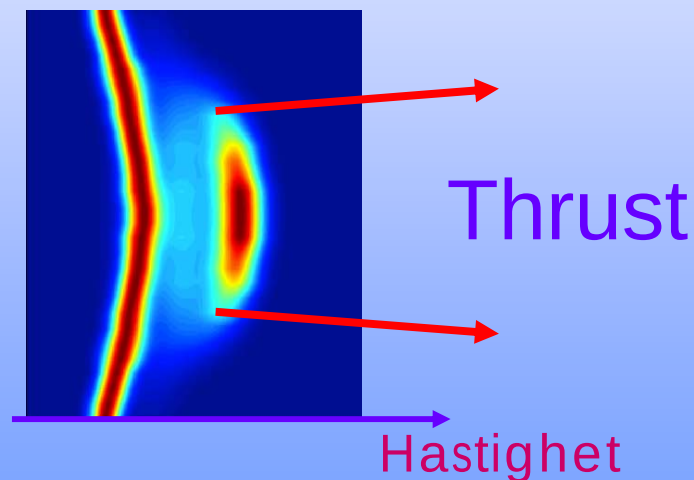
Foto: ESA

Også nye typer under utvikling

Ved ANU i Canberra forskes det på en type plasma-framdrift der plasmaet selv akselererer ioner ved hjelp av et såkalt dobbeltlag (DL), eller et plutselig potensial-fall.

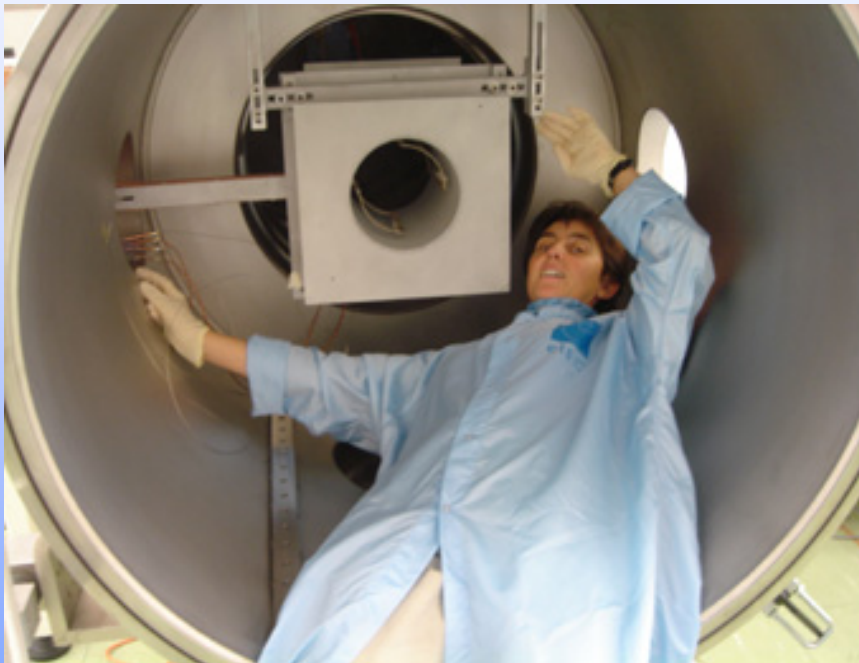


Illustrasjoner: Charles, Meige & Boswell

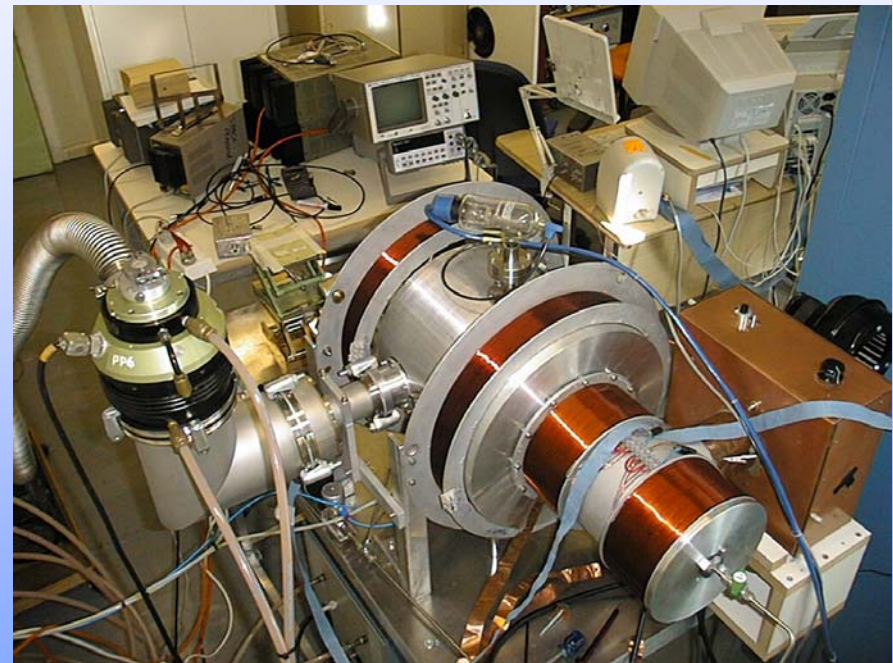


...virker på samme måte på ionene, som et fossefall virker på vann.

ANU Helicon Double Layer Thruster (HDLT)



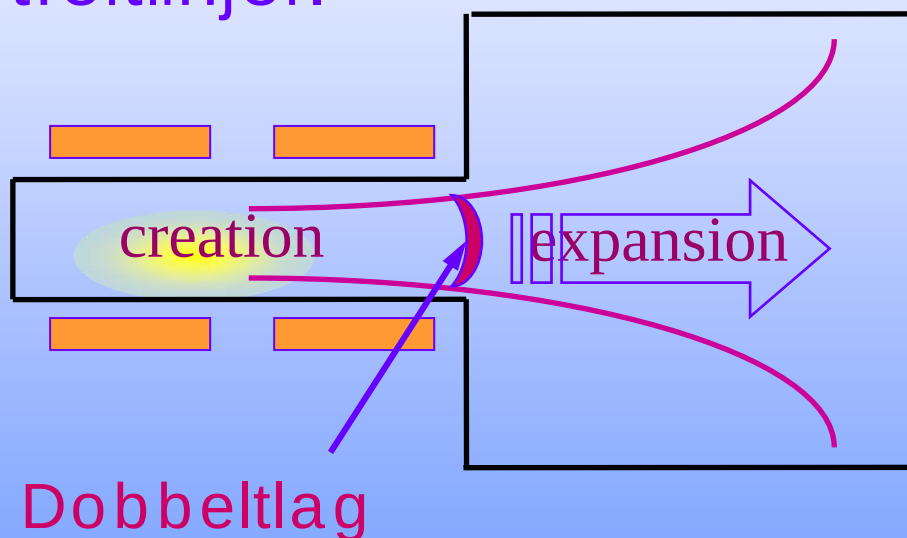
HDLT-motoren installeres og testes ved ESA av Christine Charles, oppfinner av HDLT



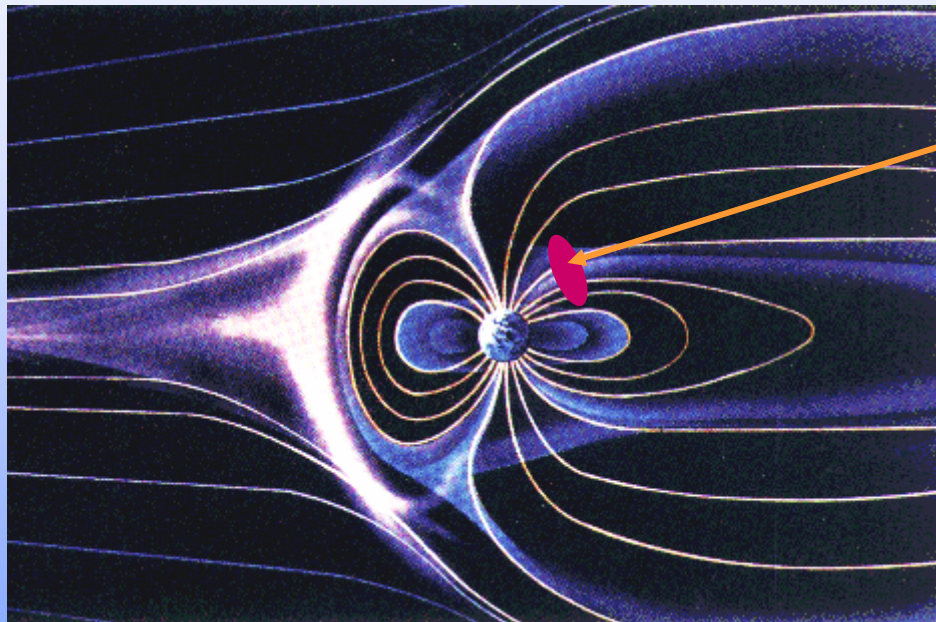
HDLT-eksperimentet ved Australian National University

Hvordan kan et dobbeltlag dannes?

- Plasma strømmer langs traktformede magnetfeltlinjer.



Traktformede magnetfelt finnes i naturplasma også



Dobbeltlag omtrent her?

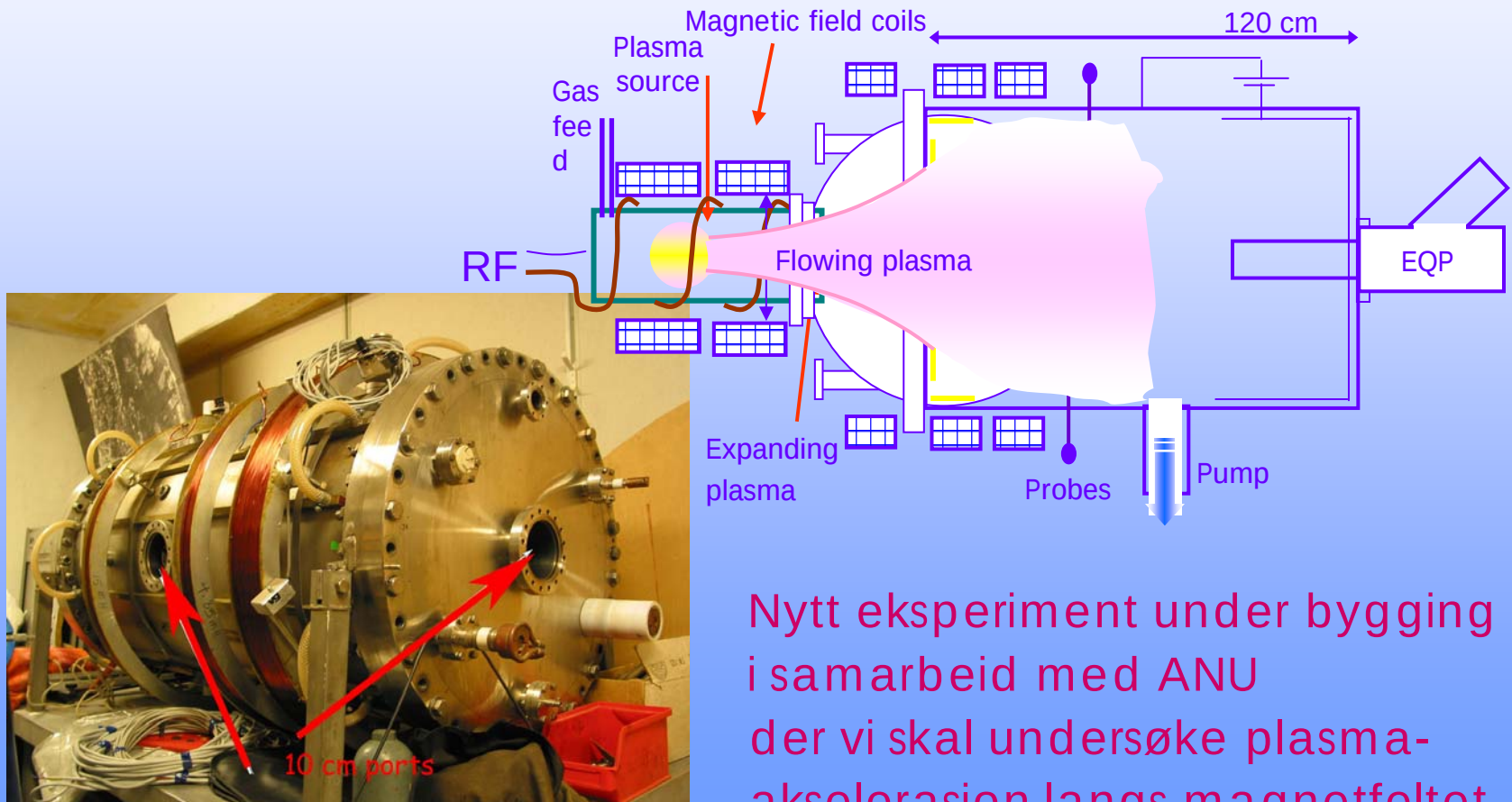
Har vært observert av satellitter, men hvilken betydning kan de ha for akselerasjon av partikler?

Traktformede magnetfelt i naturlige plasma



Trakter der magnetfeltbuene kommer ut av overflata Her slynges plasma ut i rommet.
Kan dobbeltlag bidra til hastigheten til partiklene?

Flere eksperimenter må til!



Nytt eksperiment under bygging
i samarbeid med ANU
der vi skal undersøke plasma-
akselerasjon langs magnetfeltet