



SÅ SKA VI SKYDDA JORDEN MOT FARLIGA ASTEROIDER

av Jan-Erik Wahlund

Vad händer när en farlig asteroid upptäcks med jorden i sikte? Svenska forskare deltar i ett ambitiöst projekt som kan bli början på en mycket viktig lösning.

Asteroider och kometer slår ned på jorden med jämna mellanrum.

De riktigt stora nedslagen som hotar allt liv på jorden orsakas av bumlingar som är ett par kilometer eller mer i diameter, men dessa sker dock med flera tiotals miljoner år eller mer mellan varje nedslag.

Det senaste nedslaget av denna magnitud hände i mellan-Amerika för ca 65 miljoner år sedan, gav en 180 km stor nedslagskrater utanför Yucatanhalvön och resulterade i dinosauriernas utdöende. Vad som är mindre känt är att kanske upp till sju ytterligare stora nedslag med kratrar på mellan 50 och 100 km har hittats på jordytan som är yngre än 65 miljoner år. Den senaste av dessa hände för bara 800 000 år sedan nära Australien då *Homo erectus*-släktet vandrade därikring. Uppenbarligen överlevde denna art detta enorma inslag, i alla fall i Eurasien.

Varje bumling som är större än 100 meter tvärsöver när marken vid nedslag, medan meteoroider mindre än

det ofta resulterar i en luftbrisad – en explosion i luften. Luftbrisader som mätts under perioden 1994–2013 ses i kartan på motsatt sida. Den 15 februari år 2013 ramlade en ca 20 meter stor sten in mot Ryssland med en hastighet på ca 20 kilometer i sekunden, och luftbrisaden orsakade mycket förstörelse och människor skadades i närheten av staden Tjeljabinsk. En ännu större luftbrisad inträffade i Tunguska i Sibirien 1908 och plattade till all skog inom två mil från nedslaget. Det är troligt att dess storlek var omkring 50 meter, men som tur är skadades ingen person av nedslaget.

En träff nära ett befolkningscentrum hade varit ödesdiger. Forskare tror att nedslag av Tunguskatyp sker ungefär vart 500:e år, medan hundrametersbumlingar, som ger kilometerbreda kratrar eller större, sker med ett intervall på mellan 5 000 och 10 000 år. Sådana nedslag kommer att ha förödande inverkan på ett land eller en region som träffas. Osäkerheterna i frekvens är dock stora.

FOTO: NASA



Tenoumerkratern i Mauretanien.

FOTO: NASA



Lonarkratern i Indien.

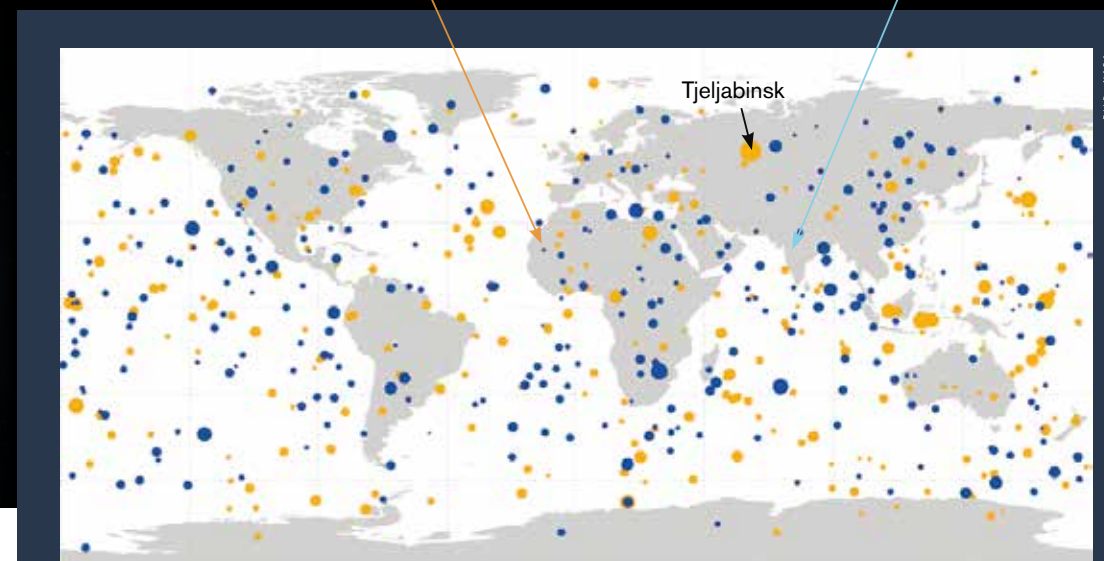


BILD: NASA

Luftbrisader mellan 1994 och 2013, på dagen (gula prickar) och på natten (blåa). De största prickarna visar händelserna med störst energi, bland dem Tjeljabinsknedslaget i Sibirien 2013.

BAKGRUNDSBILD: ESA/SCIENCEOFFICE.ORG

Bör vi oroas? Definitivt. I medeltal kan vi beräknas leva upp till 100 år. Det är därmed ca 20 % chans att vi får uppleva ett Tunguskanedslag under en livstid, och 1–2 % chans att vi får uppleva en 100-metersbumling ödelägga en hel region. Det har hittats några kratrar på jordytan som orsakas av sådana nedslag de senaste 10 000 åren. En två kilometer stor krater som är 9 700 år gammal finns t.ex. i Mauretanien (bild här ovanför). Den berömda Barringerkratern i Arizona, en dryg kilometer bred, är dock ca 49 000 år gammal. Effekterna av sådana nedslag bör vara förödande flera hundra kilometer eller mer från nedslagsplatsen. Ett nedslag i havet skulle orsaka en tsunami som vi aldrig tidigare sett.

Eftersom vi kan räkna med att större asteroidnedslag kommer att ske inom relativt korta tidsskalor, och konsekvenserna för vår civilisation då blir allvarliga, har både ESA och NASA börjat fundera på hur detta skall kunna undvikas i framtiden. Det ena problemet är att

kartlägga alla potentiellt farliga objekt. Här har framför allt NASA initierat program som syftar till att kartlägga de flesta jordbanekorsande objekt som är större än ca 100 meter.

Det andra problemet är att när väl ett asteroidobjekt är upptäckt som är på väg mot jorden, så måste det finnas tekniker som puttar på objektet så att det missar jorden.

De riktigt stora asteroiderna blir svåra att göra något åt, eftersom de har för stor tröghet att kunna rubbas i sina banor, i alla fall med existerande teknik. Dessa är inte heller särskilt sannolika att ställa till det, då det kan dröja flera miljoner år mellan tillfällena då sådana dimper ned på jorden.

De mindre och stora flertalet objekt runt 100–300 meter i diameter är lättare att störa i sina banor. Hur lätt det är beror på deras massa och form, vad de består av och hur deras inre struktur ser ut.

STENIGA ASTEROIDER OCH SKROTHÖGAR

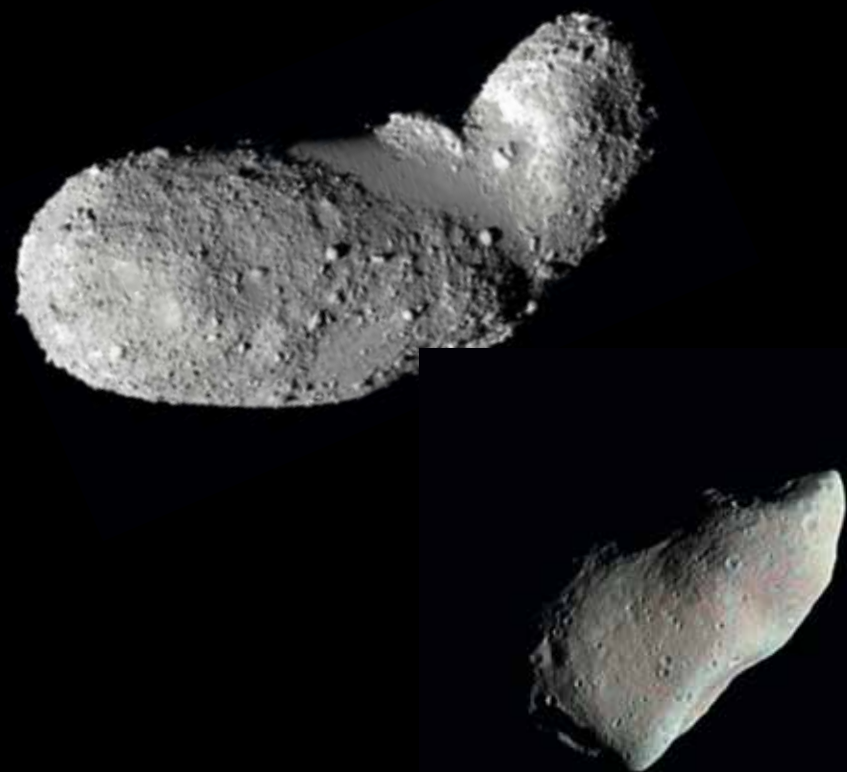


BILD PÅ ITOKAWA: JAXA

BILD PÅ GASPRA: NASA

Olika slags asteroider: Didymos kan vara stenig som asteroiden Gaspra (t.h.) – här i en bild från sonden Galileo – eller en skrothög som Itokawa (ovan), som besöktes av sonden Hayabusa.

RESAN TILL DIDYMOS

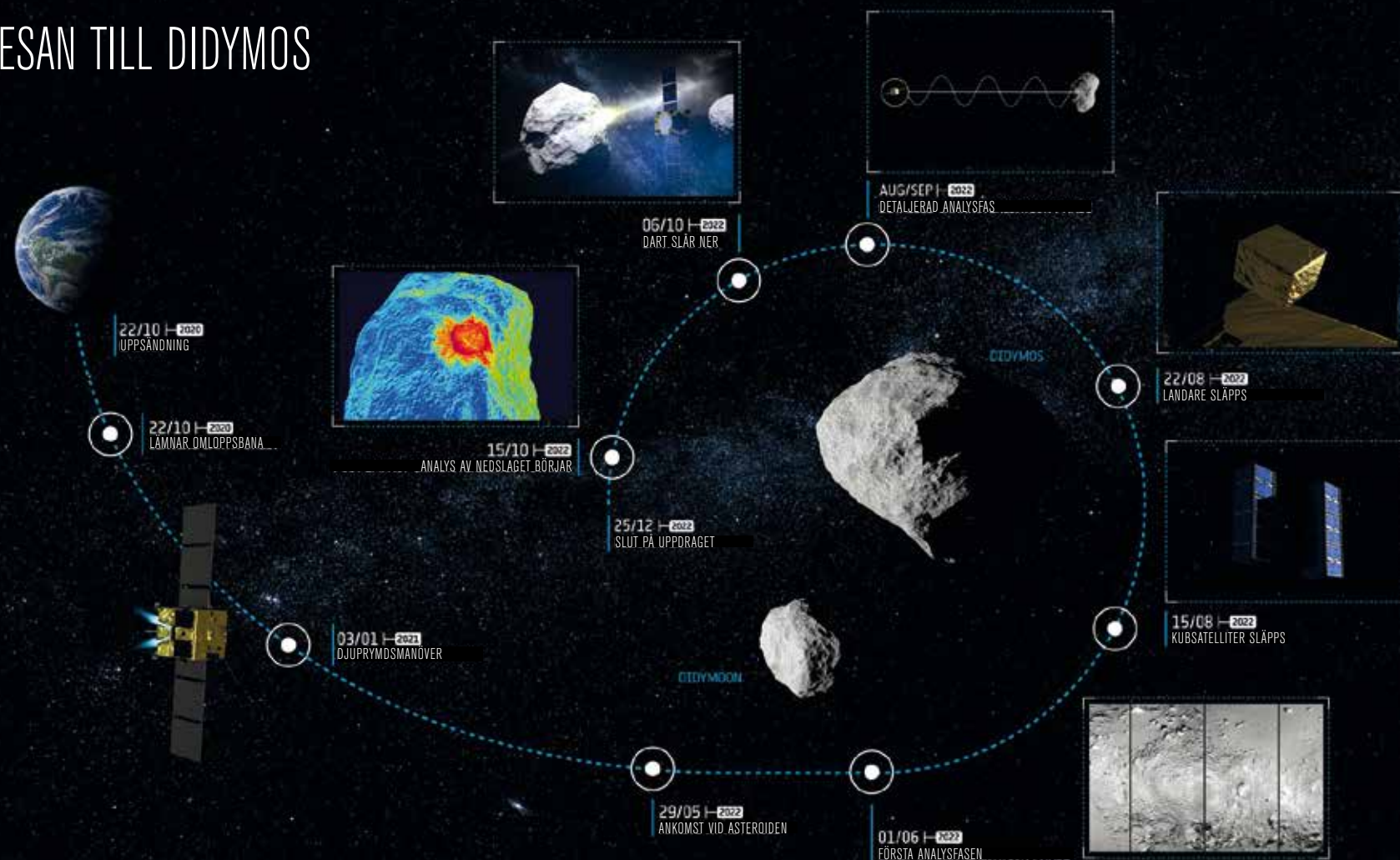


BILD: ESA/SCIENCEOFFICE.ORG

Ett första försök

Flera förslag har lagts fram att ändra på en asteroidens bana. De mer kända kommer från science fiction-filmer som t.ex. *Armageddon*, i vilken det gällde att spränga asteroiden i bitar med kärnvapen. Andra metoder utnyttjar t.ex. massutkastare på asteroidens yta, som under längre tid kontinuerligt ändrar en asteroidens bana. Detta skulle kräva att man sätter upp en anläggning med supraledande magneträl på asteroiden först. Det finns många fler idéer, men ingen av dem har kommit nära att realiseras.

NASA och ESA siktar mot Didymos

Ett första verkligt test att rucka på en asteroid hoppas ESA och NASA kunna göra någon gång 2024 vid en dubbelasteroid som heter (65803) Didymos. Projektet heter tillsammans "Asteroid Impact and Deflection Assessment" (AIDA), där NASA-delen "Double Asteroid Redirection Test" (DART) är tänkt att krascha rakt in i den mindre av de två asteroidkompanjonerna med en 300 kilo tung rymdfarkost som kommer med en hastighet av drygt sex kilometer i sekunden. ESA-delen kallad "Asteroid Impact Mission"

(AIM) är en större rymdfarkost som då ska vara på plats i närheten av asteroiderna och observera inslaget och dess effekter. AIM inbegriper dessutom 2 stycken kubsatelliter och en liten landare som ska lösgöras från moderfarkosten AIM före inslaget av DART (bilden på nästa uppslag).

Didymos är en dubbelasteroid som tillhör Apollogruppen. Huvudkomponenten (med smeknamnet Didymain) är ca 800 meter i diameter. Den är troligen en stenklassad asteroid, men skulle också kunna vara en "rubble-pile"-asteroid (se bild ovan) – alltså en stenhög i rymden. En sak som talar för det senare är att asteroidens densitet är uppskattad till bara 1,7 gram per kubikcentimeter. Den mindre asteroidkomponenten, som går under namnet Didymoon, vet man mycket mindre om. Den är bara ca 170 m i diameter och befinner sig på ett avstånd av 1,1 kilometer från huvudasteroiden. Det är nästan exakt som min arbetsplats Ångströmlaboratoriet i Uppsala och kontoret för företaget AAC Microtec – både till storlek och avstånd från varandra. Omloppstiden för asteroidparet är 11,9 timmar, och huvudasteroiden roterar med 2,3 timmars period runt sin axel.

Det är de två kubsatelliter i AIM-projektet som jag är inblandad i, tillsammans med kolleger vid Institutet för rymdfysik och AAC Microtec, samt den tyska rymdstyrelsen DLR, KTH, Uppsala universitet och spanska CSIC-IE-

EC. Vi kallar vårt bidrag PALS (*Payload of Advanced Little Satellites* eller "nyttolast med avancerade små satelliter"). Konceptet utvecklas nu inom en studie finansierad av ESA som blir klar sommaren 2016. Här är det tänkt att vi ska bidra med de båda kubsatelliterna och deras vetenskapliga instrumentering i ett paket. Ombord på de två treliters-kubsatelliterna hoppas vi få plats med mycket: en dubbel magnetometer, en jon- och neutral gasmasspektrometer, en smalvinkelkamera samt en vidvinkelmissionsgitterkamera. Småttigt värre, men mycket avancerat.

Övervakat nedslag

AIM är tänkt att skjutas upp år 2020 och komma fram till Didymos i mitten av år 2022 (se bilden ovan). Med på sonden finns en rad vetenskapliga instrument för att kartlägga asteroidernas ytor och inandömen, men på ett behörigt avstånd av minst 10 km från asteroiderna. En liten sond med radiosändare är tänkt att landa på den mindre asteroidkomponenten, och sedan är det tänkt att våra två PALS-satelliter ska sändas ut från AIM och närma sig dubbelasteroiden och där parkera sig i bana kring den större asteroiden på ett avstånd av ca 600 meter från dess

yta. Ett par veckor före det att DART slår ner på Didymoon kommer PALS att förflytta sig dit och hovra inom bara 100 m över dess yta (se bild på sidan 22). Väl där ska vi mäta asteroidens magnetisering och dess sammansättning. Bilderna från PALS kommer att ha mindre än 10 cm upplösning av Didymoons yta: vi tror att det kommer att bli möjligt att se gruset på ytan!

Under själva nedslaget kommer PALS att mäta sammansättningen av den resulterande inslagsplymen och efteråt ta högupplösande bilder av nedslagskratern.

Mätningar på nära håll

Noggrann avståndsbestämning kommer att mäta hur mycket den lilla asteroiden rör sig på grund av DART-nedslaget. Uppskattningar pekar på en extra rörelse på ca 0,4 millimeter per sekund, eller 35 meter per dygn. Troligt är att Didymoon börjar rotera då DART-träffen förmodligen inte träffar rakt mot dess mitt. Just nu pekar beräkningar på att Didymoon har bunden rotation, dvs. visar alltid samma sida mot Didymain. Moderfarkosten AIM måste vid DART-nedslaget vara mer än 100 kilometer bort för att hålla denna dyra farkostdel utom all fara.

PALS-rymdfarkosterna börjar nära AIM på ca 10 km avstånd från Didymos. De åker sedan till de stabila punkterna L_4 och L_5 respektive (grönt) och börjar där observera både Didymain och lilla Didymoon, ca en kilometer bort. Efter ett par veckor överförs den ena PALS till L_1 och den andra till L_2 ca 100 m från Didymoon. Just före DART-nedslaget mot Didymoon rör sig PALS undan för att observera nedslaget och plymen som skapas av kraschen. Efteråt kan PALS i detalj observera kratern som bildats och se hur Didymoons rörelse påverkats av nedslaget.

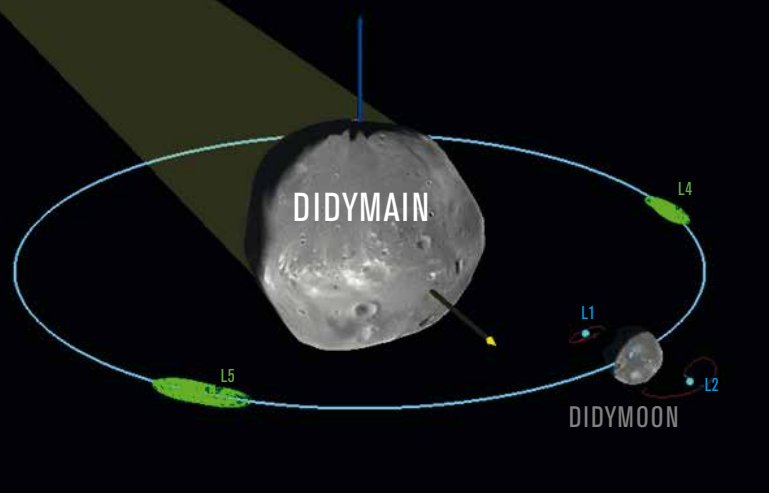


BILD: ESA/SCIENCEOFFICE/ORB

(Kubsatelliterna och landaren däremot, bara 100 meter från nedslaget, är billigare och kan riskeras.) Smällen blir rejäl. Tänk dig en lastbil som kraschar hundra meter från dig med ca 22 000 kilometer i timmen – eller Uppsala–Stockholm på lite under åtta sekunder.

Mätningarna på våra kubsatelliter – just nu kallar vi dem Hugin och Munin – kommer att ge mycket viktig information om asteroidernas form, inre och ytstruktur, samt deras sammansättning. Dessutom kommer de att ge en noggrann bestämning av hur mycket Didymoons rörelser påverkas av DART-nedslaget, genom noggrann positionsbestämning via laseraltimetrar, radarmätningar och optisk navigering. Vår magnetometer har till uppgift att mäta magnetiseringen hos båda asteroiderna. Detta ger information om hur mycket järn och nickel som asteroiderna innehåller.

Våra kameror ska, förutom att producera högupplösta bilder av asteroiderna, försöka hitta stoft och damm nära

asteroidernas ytor. En mycket känslig masspektrometer kommer att bestämma asteroidgasernas sammansättning. Gaserna släpps ut från ytan tack vare solens inverkan, men även gaser från inandömet blir tillgängliga för undersökning. Tillsammans med mätningarna på AIM kommer alla viktiga parametrar för att utvärdera DART-nedslagets dynamiska inverkan på Didymoon att bli bestämda. Bara två små trelitersförpackningar med avancerad teknik behövs alltså för ändamålet – och bevisar hur användbara sådana små satelliter kan bli i planetutforskning.

Beslut om AIM-projektet som helhet tas av ESA i slutet av 2016. Blir det ett ja så börjar mänsklighetens första prov för att försöka få bukt med asteroidhotet mot jordens folk. Och vi är med och gör det! ★

JAN-ERIK WAHLUND forskar vid Institutet för rymdfysik, Uppsala, och är projektledare för AIM/PALS.

Vill du också veta mer?

Institutionen för astronomi vid Stockholms universitet ger under sommaren och hösten 2016 tre orienteringskurser. Anmäl dig via www.antagning.se



Stockholms universitet

För att läsa orienteringskurserna behövs endast grundläggande behörighet för universitet och högskolor. Undervisningen på två av kurserna sker i AlbaNova, Roslagstullsbacken 21, Stockholm. Distanskursen sker via internet. För mer information se www.astro.su.se eller kontakta oss på studieinfo@astro.su.se.



NASA/CXC/HESTER, A. LOULI, NASA/JPL-CALTECH/RGEHRZ

Svarta hål och kosmiska explosioner, 7,5 hp

Här får du lära dig om svarta hål och andra kompakta objekt som neutronstjärnor och vita dvärgar. Hur bildas ett svart hål och hur ser rymden ut i hålets närhet? Vad händer när neutronstjärnor kolliderar? Vad är gravitationsvågor och vad är ett maskhål? Hur stora är de supermassiva svarta hålen i aktiva galaxkärnor?

Halvfart, kursen startar den 7 juni 2016.

Intelligent liv i rymden – är vi ensamma?, 7,5 hp

En kurs om astronomernas spaning efter utomjordiska civilisationer. Hur går sökandet till? Kan vi sända signaler eller bara lyssna? Går det att resa mellan stjärnorna? Betyder tystnaden att vi är ensamma?

Kvartsfart, kursen startar i september 2016.



NRAO/VLA

Översikt kurs i astronomi, 7,5 hp (Distanskurs)

Här får du en översikt bild av astronomins olika delar samt vetenskapliga arbetssätt. Vi bekantar oss med solsystemet, stjärnorna, olika typer av galaxer, samt lär oss om universums födelse och utveckling.

Kvartsfart, kursen startar i september 2016.

Kursen ges via internet, men tentamen sker i Stockholm.



NASA/ESA/G. BACON (STSC)



Ja tack, jag vill gärna prova Populär Astronomi till introduktionspriset 250 kr och får för detta fem nummer av Svenska Astronomiska Sällskapets kvartalstidskrift.

Frankeras ej.
Mottagaren
betalar portot.

.....
Namn

.....
Gatuadress eller motsvarande

.....
Postnummer, ort

.....
Mejladress

.....
Telefon

Som bonus blir du medlem av Svenska Astronomiska Sällskapet!



POPULÄR*
Astronomi

AlbaNova Universitetscentrum
SVARSPOST
200 064 900
110 50 STOCKHOLM