



# Astronomi C, valgfag

## Vejledning

Undervisningsministeriet  
Styrelsen for Undervisning og Kvalitet  
Gymnasiekontoret, marts 2018

*Vejledningen præciserer, kommenterer, uddyber og giver anbefalinger vedrørende udvalgte dele af læreplanens tekst, men indfører ikke bindende krav.*

*Citater fra læreplanen er anført i kursiv.*

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Identitet og formål .....</b>	<b>3</b>
1.1. Identitet .....	3
1.2. Formål .....	3
<b>2. Faglige mål og fagligt indhold .....</b>	<b>4</b>
2.1. Faglige mål .....	4
2.1.1 Observationer og eksperimenter .....	6
2.1.2 Teorier .....	6
2.2. Kernestof .....	7
2.2.1. Menneskets plads i Universet .....	7
2.2.2. Universets udvikling .....	8
2.3. Supplerende stof .....	8
2.4. Omfang .....	9
<b>3. Tilrettelæggelse .....</b>	<b>9</b>
3.1. Didaktiske principper .....	9
3.1.1. Elevforudsætninger .....	10
3.1.2. Planlægning og progression .....	10
3.1.3. Undervisningsforløb .....	11
3.1.4. Undervisningsmaterialer .....	11
3.2. Arbejdsformer .....	12
3.2.1. Eksempler på arbejdsformer i astronomiundervisningen .....	12
3.2.2. Den astronomiske portfolio .....	13
3.2.3. Mundtlig formidling .....	14
3.2.4. Skriftlighed i astronomi .....	14

3.2.5. Eksperimentelt arbejde i astronomi .....	15
3.2.6 Observationer.....	16
3.3. It .....	17
3.3.1. Databehandling .....	18
3.3.2 Informationssøgning .....	18
3.3.3 Planetarieprogrammer og andre virtuelle eksperimenter.....	18
3.4. Samspil med andre fag.....	19
<b>4. Evaluering.....</b>	<b>19</b>
4.1. Løbende evaluering.....	19
4.1.1. Fremadrettet og summativ evaluering.....	19
4.2. Prøveform .....	20
4.3. Bedømmelseskriterier.....	21
Appx Nyttige links .....	23

# 1. Identitet og formål

## 1.1. Identitet

*”Astronomi repræsenterer et centralt naturvidenskabeligt bidrag til menneskets erkendelse af sin egen placering i tid og rum. Med udgangspunkt i observationer af og teorier om Universet og dets forskellige astronomiske strukturer, etablerer faget en forbindelse mellem fortidens og nutidens forestillinger om verden, præget af nysgerrighed og fascination. Undervisningsfaget belyser gennem sin forbindelse til aktuel astronomisk forskning centrale, almenmenneskelige spørgsmål, som åbner for inddragelse af flere fagområder og kan stimulere interessen for en faglig fordybelse i naturvidenskab. Astronomiforskningens internationale samarbejde om en åben datapolitik giver direkte adgang til anvendelse af videnskabelige data i undervisningsfaget.” [LP 1.1]*

Alle kulturer har en skabelsesberetning og en beskrivelse af Universet og dets styrende kræfter. Talrige overleveringer i skrift og billeder gennem de sidste 4000 år vidner om systematiske iagttagelser af fænomener og begivenheder på stjernehimlen. Astronomien er derfor den internationale kulturs ældste videnskab med udgangspunkt i menneskers søgen efter et verdensbillede og forsøg på at forstå Universets sammensætning, dannelse og udvikling. Moderne astronomi hviler på et naturvidenskabeligt grundlag, hvor der lægges vægt på forklaring af astronomiske fænomener via iagttagelse, dataanalyse, tolkning og opstilling af videnskabeligt formulerede hypoteser og teorier, der kan gøres til genstand for undersøgelse, afprøvning og videre udvikling. I astronomien samarbejdes der ofte på global vis ved deling af observationsdata fra observatorier på jorden og i rummet samt ved samarbejde mellem forskningsinstitutioner. I astronomien inddrages gerne helt aktuelle emner fra andre naturvidenskabelige fagområder som fysik, kemi og biologi. Ofte vil målinger kun kunne udføres fra opsendte satellitter, så også rumforskningen er meget væsentlig for moderne astronomisk forskning.

## 1.2. Formål

*”Faget astronomi C giver eleverne grundlæggende viden og kundskaber om astronomi. Gennem arbejdet med astronomiske observationer, data, teorier og modeller samt aktuelle problemstillinger får eleverne indsigt i naturvidenskabelige arbejds- og tænkemåder med vægt på almindannelsen og som en del af grundlaget for deres studievalg.*

*Det astronomiske verdensbillede, som er i bestandig forandring, indtager en central plads i undervisningen, og eleverne skal stifte bekendtskab med de markante skift i erkendelsen af menneskets placering i Universet gennem tiderne. [LP 1.2]*

Det gymnasiale undervisningsfag astronomi er nært forbundet med videnskabsfaget astronomi. Fagligheden bygger på de videnskabelige observationer og metoder, men sigtet er bredere og med vægt på den almene dannelse. Astronomi er således et undervisningsfag, der med afsæt i elevens fascination og nysgerrighed også kan stimulere interessen for naturvidenskab som middel til omverdensforståelse og som fremtidigt studium.

Fagets formål giver en overordnet ramme for de faglige mål og det kernestof, som indgår i arbejdet med at nå disse mål. Det understreger, at faget har en historisk og erkendelsesmæssig dimension i kraft af, at det er udviklet over lang tid og gennem markante skift i opfattelsen, som har haft betydning langt ud over naturvidenskaberne.

## 2. Faglige mål og fagligt indhold

### 2.1. Faglige mål

De faglige mål beskriver nogle grundlæggende naturfaglige kompetencer inden for astronomi med vægt på, at eleverne skal kunne se faget i en større sammenhæng. Disse mål udgør grundlaget for den afsluttende evaluering. I dette afsnit tolkes og uddybes de enkelte mål, mens konkrete anvisninger på arbejdet hen mod målene findes i næste kapitel om undervisningens tilrettelæggelse.

*”Eleverne skal kunne orientere sig på stjernehimlen og kunne identificere planeter og udvalgte stjernebilleder” [LP 2.1]*

Nysgerrighed har altid været en væsentlig drivkraft bag menneskers trang til at undersøge naturen og forstå sammenhænge i den omgivende verden. En forudsætning for at dette kan ske – inden for astronomi – er, at man er i stand til at orientere sig på stjernehimlen. Det er derfor et mål for undervisningen i astronomi at sætte eleverne i stand til at orientere sig på himlen. Der er ikke tale om, at eleverne skal kunne udpege alle himlens stjernebilleder, men snarere at de skal tilegne sig viden om, hvordan man kan ”finde rundt” på himlen, og således er i stand til at afgøre, om man observerer fx en planet eller en klar stjerne.

*”Eleverne skal kunne forklare elementære astronomiske fænomener med udgangspunkt i fænomener som dag og nat, Månens faser, formørkelser, planeternes bevægelse samt årstidernes skiften” [LP 2.1]*

Himlen kan ved et første øjekast virke uforanderlig, men det er et centralt aspekt ved mange af de fænomener, som finder sted på himlen, at de ændrer sig både på kort og på lang sigt. Mange aspekter af astronomiens historie er netop knyttet til foranderlige fænomener som faser og formørkelser af sol, måne og planeter. Det er derfor et mål, at eleverne opnår en fortrolighed med sådanne fænomener, og at disse inddrages i relation til elevernes egne observationer i den udstrækning, det er praktisk muligt.

*”Eleverne skal kunne gøre rede for det moderne astronomiske verdensbillede” [LP 2.1]*

Udviklingen af det moderne astronomiske verdensbillede er dybt afhængigt af den teknologiske udvikling inden for dataopsamling, databehandling og satellitteknologi. På den baggrund skal eleven sættes i stand til at forstå, hvordan man er blevet i stand til at opstille det moderne verdensbillede og den observationelle baggrund, verdensbilledet hviler på, og eleven skal kunne forstå dele af Big Bang-teorien.

*”Eleverne skal kunne gøre rede for markante skift i det astronomiske verdensbillede.” [LP 2.1]*

Forståelsen af det astronomiske verdensbillede udvikles gradvist og til tider ved hele paradigmeskift. Karakteristisk for verdensbilledet er den foranderlighed, det har undergået op gennem historien – et forhold som i særdeleshed er aktuelt i dag. Det er derfor et særligt aspekt ved undervisningen i astronomi at demonstrere, at det spændende ved det astronomiske verdensbilledes udvikling netop er dets foranderlighed.

*”Eleverne skal kunne indhente, bearbejde og fortolke astronomiske data” [LP 2.1]*

Astronomi er et empirisk funderet naturvidenskabeligt fag, hvor astronomiske data fortolkes ud fra det verdensbillede, der pt. er gældende. Data, der ikke umiddelbart kan forstås i denne model, kan evt. føre til ny erkendelse og ny modeldannelse, som fx først i 1600-tallet i forbindelse med Keplers brug af Tycho Brahes observationer. Det er derfor vigtigt, at ele-

verne får indsigt i og respekt for metoder til professionel indhentning og bearbejdning af astronomiske data. Indhentning af data kan enten være ved egne observationer eller ved brug af internetbaserede databaser. Se links på [www.emu.dk](http://www.emu.dk).

*”Eleverne skal have indsigt i anvendelsen af modeller til kvalitativ og kvantitativ beskrivelse af astronomiske fænomener og processer” [LP 2.1]*

Som det er tilfældet inden for alle grene af naturvidenskaberne, er der en sammenhæng mellem den erkendelse, man opnår, og de antagelser og grænsebetingelser, som er formuleret i forbindelse med analysen af observationer eller målinger. Modeller er i naturvidenskab et simplificeret billede af virkeligheden, som sætter os i stand til at overskue og forstå et fænomen i naturen. Når man har forstået noget i astronomien, er det grundlæggende, fordi man har fundet en god model for et fænomen. Det er derfor et centralt mål, at eleverne er i stand til at forstå modelbegrebet med de muligheder og begrænsninger, det medfører at opstille og benytte en naturvidenskabelig model til kvalitativ og kvantitativ beskrivelse af astronomiske fænomener og processer.

*”Eleverne skal kunne bearbejde en elementær astronomisk tekst og gøre rede for de benyttede faglige begreber og den faglige argumentation” [LP 2.1]*

For at sætte eleverne i stand til at finde svar på astronomiske spørgsmål eller forstå de svar naturvidenskaben præsenterer, er det nødvendigt at give eleverne en række faglige kundskaber og præsentere en række faglige begreber og metoder. Det er i relation til dette, at det er et mål at sætte eleven i stand til at kunne læse en elementær astronomisk tekst og gøre rede for de benyttede faglige begreber og den faglige argumentation.

*”Eleverne skal kunne søge information om et astronomisk emne fra forskellige kilder og vurdere pålideligheden” [LP 2.1]*

Moderne astronomi er kendetegnet ved en høj grad af videnskabelig åbenhed. Astronomiske data er let tilgængelige via databaser som for eksempel Simbad og IPAC/NED samt hjemmesider som fx [exoplanets.org](http://exoplanets.org), og det er derfor et mål, at eleverne skal kunne søge og bearbejde data og informationer om et astronomisk emne fra forskellige kilder og samtidigt vurdere pålideligheden af disse. Det er også muligt, at benytte egne observationer (fx billeder af forskellige himmelobjekter, som eleven selv har optaget), hvis det er praktisk muligt at foretage sådanne.

*”Eleverne skal kunne udvælge og strukturere relevante og centrale astronomiske elementer og kunne formidle astronomiske emner til en udvalgt målgruppe” [LP 2.1]*

Et centralt aspekt af moderne naturvidenskab drejer sig om formidling af videnskabelige resultater og kommunikation mellem forskellige grupper. I forbindelse med formidling af information er det centralt, at eleven lærer at tilrettelægge en præsentation og lærer at være bevidst om målgruppen og den valgte formidlingsteknik (fx internettet, foredrag etc.). Centrale astronomiske elementer kunne fx i et emne med titlen ”stjerner” være, at eleven udvælger elementerne ”fusionsprocesser i hovedserie- og kæmpestjerner”, ”hydrostatisk ligevægt” og lignende.

*”Eleverne skal demonstrere viden om fagets identitet og metoder” [LP 2.1]*

Fagets identitet er beskrevet i pkt. 1.1. Eleverne kan demonstrere deres viden om astronomis identitet og metoder ved, at de med afsæt i konkrete problemstillinger forklarer, hvordan astronomi i samspillet mellem teorier, observationer og eksperimenter, dels giver svar

på væsentlige astronomiske spørgsmål, dels bidrager til løsning af konkrete ”jordiske” problemer med naturvidenskabeligt indhold. Der skal være progression i arbejdet med fagets identitet og metoder, og det anbefales at lade fagets identitet og metoder indgå som en integreret del af de enkeltfaglige og flerfaglige forløb, suppleret med korte indslag af mere generel karakter til frembringelse af en forståelsesramme for arbejdet med fagets metoder. Det er ikke tanken, at der skal tilrettelægges længere generelle forløb om astronomis videnskabssteori.

Astronomis metoder består i et snævert og varieret samspil mellem teorier eller modeller og observationer og eksperimenter. Elevernes viden om fagets metoder omfatter en forståelse for dette samspil eksemplificeret i det følgende.

### 2.1.1 Observationer og eksperimenter

Observationer og eksperimenteres rolle i astronomi kan forstås med udgangspunkt i elevernes egne observationer og eksperimenter, eller ved inddragelse af nutidige og historiske observationer og eksperimenter fra forskningsverdenen.

Gennem forløbet vil eleverne stifte bekendtskab med observationers og eksperimenteres varierende rolle i astronomi og disses karakteristiske træk. Det kan være:

- Måling på en glødepære for induktivt at undersøge, hvordan udstrålingen afhænger af temperaturen
- Observationer foretaget med egen kikkert
- Eksperimentet som en reflekteret manipulation og konstruktion af virkeligheden, for eksempel måling af spektret fra Solen for at bestemme grundstofsammensætningen
- At tilrettelæggelsen og fortolkningen af eksperimenter ofte er afhængig af den model eller teori, der er knyttet til eksperimentet
- At indhente professionelle data fra databaser og bearbejde disse.

### 2.1.2 Teorier

I arbejdet med teorier i astronomi skal eleverne forstå, at teorier er tankekonstruktioner bestående af modeller af virkeligheden, som kan begrundes induktivt eller deduktivt og som generelt tillægges en høj grad af objektivitet.

Teorier og modeller i astronomi kan have forskellige karakteristiske træk

- Keplers love for planetbevægelse var i første omgang rent fænomenologiske modeller uden en generel begrundelse eller forklaring
- Keplers love er samtidig et eksempel på en mere generel model, som er begrundet ud fra generelle hypoteser – Newtons love
- Deduktivt begrundede resultater kan demonstreres på basis af simple eksempler
- Løgmodellen for stjerner er et eksempel på en kvalitativ model.

*”Eleverne skal undersøge problemstillinger og udvikle løsninger, hvor fagets metoder anvendes” [LP 2.1]*

Innovative metoder benyttes i alle grene af menneskets udforskning af verden. I astronomi kan eleven anvende innovative løsningsmuligheder ved at anvende allerede erhvervet viden til at lære nyt om ukendte problemstillinger. Ukendte skal her fortolkes som ukendte for eleven.

*”Eleverne skal kunne behandle problemstillinger i samspil med andre fag” [LP 2.1]*

Problemstillinger kan nogle gange ansues fra flere fags synsvinkler. I astronomi vil matematik og fysik nærmest altid være discipliner, der bruges til at analysere problemstillinger, men andre fag kan også bidrage med væsentlige input. Biologi kan bidrage i elevens arbejde med (supplerende) emner som livsbetingelser i rummet, astronauters helbred i rummet eller ved arbejdet med at forstå liv. Religion og filosofi kan inddrages i arbejdet med kosmologi, og geovidenskab kan inddrages i forståelsen af meteoritters (u)ligheder med jordiske sten.

## 2.2. Kernestof

Rækkefølgen af kernestoffets emner angiver ikke nødvendigvis den rækkefølge, hvori stoffet skal behandles i undervisningen. Opdelingen af kernestoffet i to temakredse betyder heller ikke, at de to synsvinkler skal behandles for sig. Der kan naturligt tilrettelægges forløb, hvor emner fra begge temakredse indgår på lige fod.

For at undgå, at undervisningen får karakter af opremsning af en række astronomiske fænomener, kan det være en fordel at anvende en tematisk tilrettelæggelse. Inddragelsen af aktuelle emner som led i behandlingen af kernestoffet eller som supplerende stof kan give et ønskværdigt afbrud i en længere undervisningssekvens.

### 2.2.1. Menneskets plads i Universet

Denne temakreds skal overordnet set give eleverne indblik i de grundlæggende strukturer og derigennem så at sige fastlægge vores "adresse" i Universet.

*"- Solsystemets opbygning og dynamik, herunder Solens påvirkning af forskellige objekter i Solsystemet."* [LP 2.2]

Det er centralt, at eleverne kender til Solsystemets opbygning og centrale lovmæssigheder i forbindelse med planeternes bevægelse. Det er ikke hensigten, at der foretages en udledning af Keplers love på baggrund af Newtons love, men snarere ud fra fx Tycho Brahes observationer for at demonstrere en brik af verdensbilledets udvikling. Som eksempler på Solens påvirkning af objekter i Solsystemet kan nævnes gravitation, indstråling af energi, nordlys, meteoritter etc.

*"- planeters egenskaber, herunder exoplaneter og betingelser for liv"* [LP 2.2]

Eleverne skal arbejde med sten- og gasplaneters egenskaber for at kunne foretage en tværgående sammenligning af deres opbygning (kerne, kappe, skorpe), geologisk aktivitet og specielt overfladeforholdene, herunder forskelle i atmosfærens sammensætning med henblik på at kunne diskutere betingelser for tilstedeværelse af liv i Universet. Eleven skal også undersøge exoplaneters egenskaber og gerne sammenligne disse med Solsystemets planeter og mulighed for liv. Herunder kan eleven arbejde med betydningen af vand, kulstof og energi i forbindelse med søgningen efter liv.

*"- Mælkevejen og andre galakser"* [LP 2.2]

Kun grundtræk i Mælkevejssystemets opbygning skal beskrives, herunder form, størrelse, rotation, spiralstruktur og placering af kuglehobe. Det er naturligt, at eleverne arbejder med rotationskurver og sorte huller, da spiralgalakser har været kilden til at lære, at der findes mørkt stof og sorte huller. Mælkevejen kan bruges som udgangspunkt i behandlingen af andre galaksetyper og deres evolution.

*”- det kosmiske zoom, herunder metoder til bestemmelse af afstande i Universet” [LP 2.2]*

Ved ”det kosmiske zoom”, forstås et kendskab til Universets opbygning fra det nære til det fjerne, fx beskrevet ved afstandsstigen, idet der fokuseres på afstandsbestemmelse på udvalgte trin. Det er i den forbindelse vigtigt, at eleverne får en indsigt i, at de forskellige metoder til afstandsbestemmelse supplerer hinanden til et sammenhængende billede. Eleverne skal stifte bekendtskab med strålingslovene (Stefan-Boltzmanns lov, Wiens forskydningslov og afstandskvadratloven). Det er ikke et krav, at størrelsesklassebegrebet behandles formelt vha. logaritmer.

### 2.2.2. Universets udvikling

Astronomiens nuværende verdensbillede og de tilhørende nutidige forestillinger om udviklingen af de astronomiske strukturer på tre forskellige niveauer udgør den anden temakreds.

*”- Big Bang-modellen med fokus på kosmologisk rødforskydning, Universets alder, den kosmiske baggrundsstråling og dannelsen af de lette grundstoffer” [LP 2.2]*

Eleverne skal have et elementært kendskab til de vigtigste argumenter for Big Bang-modellens berettigelse. Eleverne skal specielt kende til dannelsen af de første simple grundstoffer som starten på en efterfølgende udvikling, Universets udvidelse beskrevet ved Hubbles lov samt den kosmiske baggrundsstråling og fortolkninger ved hjælp af kosmologisk rødforskydning.

*”- stjerners- og planeters dannelse, stjerners udvikling og endeligt, herunder grundstofsyntese” [LP 2.2]*

I forbindelse med stjerneudvikling skal eleverne kende til ”løgmodellen” og kunne forstå og diskutere det astronomiske indhold i et HR-diagram. Eleverne skal stifte bekendtskab med udvalgte begreber og metoder, der er benyttet til diagrammets udformning. Det er vigtigt, at eleverne forstår det dynamiske og det cykliske i stjerneudviklingen samt forstår, at grundstoffer dels dannes i stjernerne ved fusion samt ved s-processer og dels ved supernovækspllosioner (r-processer). Man skal naturligvis tilpasse gennemgangen til elevernes fysikfaglige niveau.

*”- naturens grundbestanddele, herunder mørkt stof og sorte huller” [LP 2.2]*

Naturens grundbestanddele har traditionelt set altid været opfattet som atomer, men i dag ved vi, at atomer kun udgør en forsvindende del af naturen. Derfor skal eleverne også arbejde med observationelle tegn på, at der findes mørkt stof, som ikke består af atomer, og at sorte huller findes i galaksecentre samt i form af kollapsede stjerner. Eksempler kan være rotationskurver i spiralgalakser samt stjerners bevægelse omkring Mælkevejens centrum. (Sgr A\*).

### 2.3. Supplerende stof

*”Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof, som udfylder ca. 25 pct. af undervisningstiden, skal vælges, så det perspektiverer og uddyber kernestoffet, samtidigt med at det understøtter målene med undervisningen. Eleverne skal have en væsentlig indflydelse på valg af supplerende stof. Ved udvælgelsen af stoffet skal*



*der i særlig grad lægges vægt på at tilgodese såvel aktuelle emner i astrofysik og rumfart som mulighederne for at inddrage elevernes andre fag i arbejdet.*

*Der skal indgå materiale på engelsk samt, når det er muligt, på andre fremmedsprog.” [LP 2.3]*

Det supplerende stof vælges af det enkelte hold sammen med den ansvarlige lærer med sigte på at bidrage til, at eleverne kan nå de faglige mål. Gennem det supplerende stof inddrages emner og problemstillinger, der ligger uden for kernestoffet. Stoffet kan vælges, så det kompletterer tematiske forløb med fokus på kernestoffet eller som basis for selvstændige forløb. I forbindelse med fx projektforsøg kan det være naturligt at lade projektgrupper arbejde med hver sin sammensætning af det supplerende stof.

Inddragelsen af aktuelle astronomiske problemstillinger er et væsentligt led i arbejdet med faget. I løbet af et skoleår indtræffer der ofte interessante astronomiske fænomener som fx formørkelser, der kan danne basis for elevernes selvstændige observationer og derigennem være et autentisk grundlag for bearbejdning og tolkning af eksperimentelle data. Brugen af satellitter og fjernstyrede køretøjer til udforskning af Jorden eller Solsystemets planeter vækker gennem medierne ofte en stor interesse, der er et naturligt udgangspunkt for en behandling af mange astronomisk interessante problemstillinger. I den forbindelse er der desuden god mulighed for at inddrage beretningerne i medierne som basis for en diskussion af naturfaglig formidling og sikre en perspektivering af undervisningen. Det kan fx ske gennem inddragelse af spørgsmål som ”Hvorfor afsætter samfundet økonomiske ressourcer til udforskning af Mars?”

På internettet findes meget engelsksproget materiale, både i form af tekster og film. Det er naturligt at inddrage disse i undervisningen, da de nyeste opdagelser oftest kun findes på engelsk. Følger eleverne andre fremmedsprog i undervisningen, vil det være oplagt også at inddrage tekster fra de sprog, de følger.

Har eleverne andre fag, for eksempel biologi og kemi, som kan inddrages i undervisningen med det supplerende stof, kan disse fag også inddrages, hvor det er muligt.

## **2.4. Omfang**

*”Det forventede omfang af fagligt stof er normalt svarende til 150-250 sider.” [LP 2.4]*

Det faglige stof kan være lærebøger, tekster, vejledninger, film og lignende. Alle typer af materialer kan indgå som en del af omfanget, der opgøres efter et rimelighedsskøn.

Omfanget af fagligt stof anføres i beskrivelsen af den gennemførte undervisning (undervisningsbeskrivelsen), der færdigredigeres ved afslutningen af undervisningen i det enkelte fag. Omfanget angives normalt med en sådan detaljeringsgrad, så det af undervisningsbeskrivelsen fremgår, hvorledes det faglige stof har været vægtet i undervisningsforløbet. Dette kan fx ske ved at angive et skønsmæssigt sidetal eller en procentvis fordeling af stoffet.

## **3. Tilrettelæggelse**

### **3.1. Didaktiske principper**

Undervisningen i Astronomi C skal tilrettelægges, så den passer til elevernes forudsætninger og så vidst muligt inddrager deres kompetencer, viden og erfaringer fra de øvrige fag. De alment dannende sider af faget spiller en væsentlig rolle, lige som aktuel astronomi inddrages, hvor det er muligt. Det kan være en fordel at benytte en undervisningsdifferen-

tiering, så de forskellige elever stilles over for krav og forventninger, som udnytter deres potentiale bedst muligt.

### 3.1.1. Elevforudsætninger

*”Undervisningen bygger på et generelt naturfagligt grundlag og på matematik C, men skal i øvrigt tilpasses elevernes faktiske faglige forudsætninger.” [LP 3.1]*

Elever møder med forskellige forudsætninger til undervisningen i astronomi. Især vil deres forudsætninger i matematik og naturfagene, specielt fysik ofte være forskellige. Der kan derfor være behov for, at læreren foretager en indledende kortlægning af elevers og kursisters forudsætninger. Det kan ske ved fx at snakke med eleverne i starten af forløbet eller ved, at de besvarer et spørgeskema om deres baggrund og forventninger.

Undervisningen i Astronomi C må som hovedregel bygges på de matematiske kompetencer, elever har fra folkeskolen og fra Matematik C, med mindre alle på holdet har ensartede forudsætninger på et højere niveau. Det er ikke hensigten, at formel matematisk argumentation spiller en væsentlig rolle i undervisningen i Astronomi C. Man kan derfor ofte med fordel anvende fx simuleringer og andre it-værktøjer som hjælpemidler til at forstå faglige sammenhænge i stedet for at arbejde med de bagvedliggende matematiske modeller. Elevernes forskellige matematiske forudsætninger kan give anledning til undervisningsdifferentiering.

På tilsvarende vis må undervisningen tilrettelægges under hensyntagen til de forskellige forudsætninger, elever har inden for fysik. Kursister vil som regel ikke have modtaget gymnasial undervisning i fysik, men kun have en generel naturfaglig baggrund, som kan udnyttes i astronomi. Man kan med fordel lave små demonstrationsforsøg til illustration af udvalgte fænomener fx brintspektret, eller anvende små virtuelle eksperimenter fx til illustration af Plancks strålingslov.

### 3.1.2. Planlægning og progression

*”Undervisningen tilrettelægges i form af forløb, som skal tilgodese et eller flere af de faglige mål. Det faglige indhold i det enkelte forløb kan være såvel kernestof som supplerende stof. Undervisningsforløbene skal set som en helhed tilgodese alle de faglige mål.*

*Observationer og eksperimenter spiller en væsentlig rolle for faget. Eleverne bør som led i undervisningen foretage selvstændige observationer, hvor de på første hånd kan stifte bekendtskab med relevante instrumenter og metoder til behandling af de indsamlede data. Undervisningen skal tilrettelægges, så samspillet mellem teorier, modeller og astronomiske data bliver tydeligt for eleverne.” [LP 3.1]*

Planlægningen foretages af læreren og eleverne i fællesskab.

Den overordnede plan kan med fordel udformes, så den medvirker til at sikre, at delmålene for de enkelte forløb vælges med en klar progression hen mod de faglige mål for undervisningen i Astronomi C. Progression er både et udtryk for, at den faglige sværhedsgrad stiger gennem forløbet og, at eleverne undervejs tilegner sig flere og flere metoder, der gør dem i stand til at behandle mere komplekse problemstillinger. Det kan være en fordel at vente med at fokusere på områder, hvor anvendelse af formler og begreber fra fysikken samt matematiske metoder er afgørende for forståelsen, indtil de har opnået en vis grundlæggende astronomisk viden og forståelse. Gennem forløb med differentieret undervisning er det muligt at tilgodese elevers og kursisters forskellige forudsætninger og evner, så alle får lejlighed til at udbygge deres viden og indsigt.

Astronomi er et eksperimentelt fag, hvor inddragelse af observationer og eksperimenter spiller en væsentlig rolle for planlægningen. Ideer til tilrettelæggelsen heraf er omtalt i afsnit 3.2.5 – se [Eksperimentelt arbejde](#).

Samtidigt skal det overvejes, hvordan undervisningen i astronomi kan bidrage til elevernes personlige kompetencer, herunder evnen til at søge og behandle informationer samt inspirere eleverne i deres overvejelser om et selvstændigt og modent uddannelses- og karrierevalg.

Tidligt i Astronomi C-forløbet bør læreren orientere eleverne om den fagspecifikke studieteknik og hjælpe dem til at tilegne sig en god notatteknik, gode lektielæringsvaner og sørge for, at de selv kan opbygge [3.2.2. Den astronomiske portfolio](#).

### 3.1.3. Undervisningsforløb

De enkelte undervisningsforløb tilrettelægges i samarbejde med eleverne. Det er vigtigt, at de har indflydelse på valg af arbejdsformer og såvel tema som supplerende stof, fordi det medvirker til at bevare og stimulere elevernes nysgerrighed, spontanitet og fascination af astronomien. I forbindelse med det enkelte undervisningsforløb gøres eleverne opmærksom på, hvilke faglige mål der er i fokus, samt hvordan disse mål tænkes nået. Målene hører med i lærerens beskrivelse af undervisningsforløbet på linje med tidsforbruget, det berørte kernestof og supplerende stof, eksperimentelt arbejde, de valgte arbejdsformer samt evalueringen af såvel elevernes udbytte som undervisningen. De enkelte forløb bør ikke være for lange.

Ved udvælgelsen af målene for det enkelte forløb er det vigtigt at huske på, at målene i læreplanens afsnit 2.1 er de slutmål, som gælder ved afslutningen af det samlede Astronomi C-forløb. I de enkelte undervisningsforløb må man fokusere på et mindre antal mål, der i indhold og ambitionsniveau peger frem mod slutmålene.

Ved udformningen af delmålene for et forløb kan man med fordel bruge den såkaldte SO-LO-taksonomi for derigennem at sikre en passende progression i målene.

Et undervisningsforløb kan tilrettelægges, så kernestof indledningsvis behandles i et kort, kursuslignende forløb, der lægger op til, at eleverne i mindre grupper arbejder med temaet enten med fælles eller med selvvalgte problemstillinger. For eksempel kan der først være en gennemgang af kernestoffet om stjerneudvikling, derefter kan eleverne deles i grupper, der arbejder med forskellige stjernetyper, såsom cepheider, dobbeltstjerner etc.

Et undervisningsforløb kan også tilrettelægges med udgangspunkt i et tema, hvor kernestoffet inddrages undervejs, når den faglige behandling af temaet naturligt lægger op til det. Et forløb om Solen kan tilrettelægges på denne måde, idet begreberne solpletter, soludstråling, solvind og nordlys introduceres undervejs i forløbet. Det valgte tema kan omfatte kernestof fra begge faglige hovedområder på linje med supplerende stof. Et andet eksempel kan være at tage udgangspunkt i en spillefilm, som fx *Interstellar* eller *Contact*. Eleverne kan selv være med til at definere, hvad de vil arbejde med efter at have set filmen. Til sidst kan eleverne fremlægge resultaterne for hinanden i en vodcast eller mundtligt fra en elektronisk præsentation.

### 3.1.4. Undervisningsmaterialer

Inden for astronomi er der meget store informationsmængder til rådighed, og eleverne skal kunne opsøge, sortere og bearbejde astronomiske informationer til en overskuelig mundtlig eller skriftlig redegørelse for et fagligt emne. Det er derfor ikke hensigtsmæssigt, hvis un-

dervisningen alene baseres på en bestemt lærebog. Temahefter og lignende materiale kan på linje med materiale fra tv, nyhedstjenester og film anvendes til at gøre faget mere aktuelt og vedkommende for eleverne. Der er mange muligheder for at arbejde med animationer og interaktive, virtuelle eksperimenter, som kan lette forståelsen af fagets teoretiske elementer eller belyse forhold, som kan være vanskelige eller umulige at observere – se [Eksperimentelt](#) arbejde.

Ikke mindst inddragelsen af aktuelle astronomiske begivenheder og forskningsresultater gør det relevant at inddrage materiale fra internettet i undervisningen. Store organisationer som NASA, ESO og ESA og en del forskergrupper har meget omfattende netsteder, hvor der er masser af frit tilgængeligt og aktuelt materiale til undervisningen. Ofte indeholder disse netsteder nyhedsafdelinger, hvor aktuelle begivenheder belyses, lige som der er mulighed for at tilmelde sig en elektronisk nyhedsservice.

Det meste af det tilgængelige undervisningsmateriale på internettet er engelsksproget, så læsning af engelske tekster vil naturligt indgå. Det kan være en hjælp at give elever en lille engelsksproget liste over relevante fagudtryk og betegnelser for væsentlige astronomiske objekter.

### **3.2. Arbejdsformer**

*”Undervisningen skal tilrettelægges, så der er variation i de benyttede arbejdsformer. Hvor det er muligt, skal der arbejdes flerfagligt med udvalgte emner. Undervisningen skal inspirere eleverne i deres overvejelser om et selvstændigt og modent uddannelses- og karrierevalg.” [LP 3.2]*

Ved tilrettelæggelsen af undervisningen i astronomi skal der sikres en variation i de benyttede arbejdsformer, så de er afstemt efter målene for det enkelte forløb. Lærer og elever skal jævnligt drøfte valget af arbejdsformer, så eleverne får et godt udbytte af undervisningen. Det anbefales kraftigt at lave differentieret undervisning, så man kan imødekomme elevernes forskellige forudsætninger og kompetencer. Differentieret undervisning kan praktiseres ved de fleste undervisningsformer.

#### **3.2.1. Eksempler på arbejdsformer i astronomiundervisningen**

Nedenfor er en række eksempler på arbejdsformer, som finder anvendelse ved undervisningen i astronomi. Rækkefølgen er ikke udtryk for nogen form for prioritering.

Foredragsformen er anvendelig ved præsentationen af et fagligt emne eller ved introduktionen af et nyt forløb. Både læreren og eleverne kan være foredragsholdere. Foredrag bør normalt være korte og fokuserede om få problemstillinger. Interessante artikler eller fremkomsten af ny viden om aktuelle astronomiske opdagelser skal inddrages i undervisningen. Det kan perspektivere undervisningen og medvirke til at gøre faget aktuelt og kan fx ske gennem elevforedrag.

Klassesamtalen er især anvendelig, når der er behov for et fælles teoretisk og metodisk grundlag for hele holdet. Eksempelvis er det naturligt at gennemføre en klassesamtale om, hvordan Hertzsprung-Russell-diagrammet fungerer, og hvordan det på en gang viser en sammenfatning af store mængder astronomisk viden. Klassesamtalen kan medvirke til at strukturere og perspektivere elevernes faglige viden inden for et område. Den kan også give gode fælles oplevelser og erfaringer, man kan bygge videre på ved senere lejligheder.

I astronomi anbefales det, at eleverne ofte arbejder sammen i par eller små grupper. Det kan fx ske ved det eksperimentelle arbejde og ved opgaver, der behandles i timerne. Ar-

bejdsformen giver flere frihedsgrader end klassesamtalen, og forskellige elevgrupper kan få et forskelligt udbytte.

Projektarbejde i astronomi kan være såvel problemorienteret som produktorienteret. Her udforsker og bearbejder eleverne selvstændigt et problem, som de gerne selv er med til at formulere. Udgangspunktet er en konkret problemstilling, hvis løsning kræver faglig indsigt ud over det deskriptive og reproducerende. Projektet bør afsluttes med et produkt, fx i form af en podcast eller en mundtlig eller skriftlig fremstilling, men der kan også bygges fysiske modeller som fx en planetsti. Læreren fungerer som igangsætter, inspirator, grænsedrager, vejleder og konsulent. Eleverne bidrager ved at definere og afgrænse problemstillingen, vælge teorier og metoder og ved at styre arbejdsprocessen samt vælge præsentationsformen. Projektarbejdet er en målrettet indsats, der både er en undersøgelses- og en læreproces, og den er især velegnet til tematiske forløb.

Undervisningen kan naturligt suppleres med ekskursioner til observatorier, videnskabsmuseer, planetarier eller aftagerinstitutioner. Det kan være en god idé at skabe kontakt til lokale amatørastrofysikere, der ofte har både praktiske erfaring og udstyr, som er bedre end skolens tilbud. Ekskursioner kræver grundig forberedelse for at sikre et godt fagligt udbytte, ligesom det er vigtigt at sørge for en dokumentation af, hvad der er behandlet i forbindelse med ekskursionen. Materialet fra ekskursionen indgår naturligt i elevernes astronomiske portfolio.

Mange elever synes, at det er spændende at deltage i konkurrencer. Internationale organisationer som ESO og ESA m.fl. udbyder ind i mellem konkurrencer, hvor eleverne får lejlighed til at udfolde sig friere, end det normalt er muligt i skolesammenhæng.

### 3.2.2. Den astronomiske portfolio

*”Den enkelte elev skal under lærerens vejledning opbygge sin egen portfolio, der indgår i den løbende evaluering af elevens standpunkt og som del af grundlaget for den mundtlige prøve i faget. Den astronomiske portfolio består af:*

- *tekster, arbejdsark og andre materialer, som er udleveret af læreren eller er blevet til i forbindelse med undervisningen*
- *materialer, der er resultat af elevens egen informationssøgning og bearbejdning heraf*
- *materiale knyttet til elevens observationer og øvrige eksperimentelle arbejder*
- *elevens skriftlige produkter i faget, herunder efterbehandling af observationer og andet eksperimentelt arbejde*
- *produkter forbundet med elevens formidling af faget.” [LP 3.2]*

Den enkelte elev skal gennem hele Astronomi C-forløbet stå for indsamling af relevante materialer i den astronomiske portfolio. Den fysiske udformning af portfolioen kan være fysisk eller elektronisk efter elevens eget valg. Det anbefales, at der løbende vedligeholdes en indholdsfortegnelse, gerne med en kortfattet beskrivelse af indholdet. Det anbefales, at læreren flere gange under forløbet gennemgår indholdet af elevernes portfolio sammen med eleverne og giver dem fremadrettede anbefalinger, evt. i form af en aflevering.

Portfolioen kan indeholde materialer, som er udleveret eller er blevet til i forbindelse med undervisningen tillige med resultaterne af informationssøgning. Elevens egne produkter i form af skriftlige arbejder eller formidlingsprodukter indgår også naturligt i portfolioen.

Læreren skal undervejs i Astronomi C-forløbet informere og vejlede eleven om opbygningen af den astronomiske portfolio, så den kan udvikle sig til et brugbart redskab for eleven

i det daglige arbejde og i forbindelse med den afsluttende, mundtlige prøve. Der er i den forbindelse intet i vejen for, at en elev undervejs i forløbet lader dele af materialet udgå af portfolioen, hvis det viser sig at være mindre relevant eller er erstattet af andet materiale.

Den astronomiske portfolio indgår som del af prøvegrundlaget ved den mundtlige prøve, og den skal inddrages, hvor det er relevant. Det er derfor i elevernes interesse, at den indeholder materiale fra alle dele af undervisningen, så portfolioen kan anvendes til dokumentation og illustration af de behandlede problemstillinger og emner. Når eksamensspørgsmålene kendes, kan elever og lærer sikre sig, at der er relevant materiale til alle spørgsmål. Lærer (og censor) er ved eksamen ikke forpligtet til at kende indholdet af den astronomiske portfolio hos den enkelte elev, som selv må kunne fremdrage relevant materiale fra portfolioen. Da der ikke er adgang til internet, skolens netværk eller lignende i prøvesituationen, må en portfolio på elektronisk form downloades eller overføres til et egnet flytbart medium.

På [www.emu.dk](http://www.emu.dk) findes portfolioeksempler.

### 3.2.3. Mundtlig formidling

Undervisningen skal medvirke til, at eleverne opøver deres mundtlige udtryksfærdighed, så de kan diskutere og formidle astronomiske emner og indgå i en faglig dialog. I den mundtlige formidling indgår også en træning i at anvende den astronomiske portfolio, blandt andet med henblik på brugen af den i en eksamenssituation.

Mundtlig formidling kan indgå på mange måder. Ofte er det i astronomi samtale, diskussion, elevoplæg, foredrag, forklaring på et fagligt emne, referat eller resumé. Samtalen kan omfatte lærer-elev-, lærer-klasse- og elev-elev-samtaler. Ved klassesamtalen kan det være en fordel at lade eleverne stille spørgsmål og formulere forståelsesproblemer til dagens emne.

Det mundtlige arbejde med stoffet kan fremmes ved at danne par eller mindre grupper, som drøfter et fagligt emne med tilknyttede opgaver. Eleverne kan få til opgave at fremlægge en del af lektien, en opgave, nogle observationer eller et andet stofområde fra en astronomisk nyhedstjeneste eller lignende for klassen. Eksempelvis kan de også arbejde med forskellige planeter eller forskellige metoder til afstandsbestemmelse, og resultatet af arbejdet kan fremlægges i klassen. Et gruppearbejde kan også afsluttes ved, at der dannes nye matrixgrupper, der består af én repræsentant fra hver af de oprindelige grupper. I matrixgrupperne fortæller hver elev om resultaterne af det første gruppearbejde og svarer på spørgsmål herom. Et aktuelt emne, som fx fremkomsten af en komet, en sol- eller måneformørkelse eller nye opdagelser, kan også danne baggrund for et elevforedrag i klassen.

Den mundtlige formidling kan også ske gennem afholdelse af foredrag for en målgruppe uden for klassen. Det kan ske som led i et arrangement på gymnasiet eller en folkeskole. Under alle omstændigheder indgår overvejelser om målgruppens forhåndsviden og interesser på afgørende vis i planlægningen af foredragene på linje med de tekniske muligheder i form af anvendelse af præsentationsværktøjer, brug af billeder, videoklip med mere. Præsentationen eller anden tilsvarende dokumentation indgår på naturlig vis i elevens astronomiske portfolio.

### 3.2.4. Skriftlighed i astronomi

*”Målet med den skriftlige dimension i astronomi er at sikre elevernes fordybelse i faget med vægt på det eksperimentelle arbejde og formidlingen af faglig indsigt. Den skriftlige dimension omfatter:*

- *efterbehandling af observationer og andet eksperimentelt arbejde*
- *formidling af faglig indsigt i form af tekster, præsentationer og lignende til en bestemt målgruppe eller som resultat af projektarbejde.”* [LP 3.2]

#### Kommentar

Omfanget og arten af det skriftlige hjemmearbejde i Astronomi C, som skal rettes og kommenteres af læreren, fastlægges af rektor. Hertil kommer andet skriftligt arbejde, som bliver til i undervisningstiden eller som erstatning for forberedelsen til undervisningen. Denne type skriftligt arbejde skal ikke rettes af læreren, men indgår naturligt i den astronomiske portfolio eller i undervisningsbeskrivelsen for det enkelte hold og dermed inddrages til den afsluttende mundtlige prøve.

Skriftligt arbejde kan bruges i efterbehandlingen af data fra eksperimentelt arbejde, som kan omfatte egne observationer og eksperimenter, internetbaserede observationer eller information hentet fra andres observationer, jf. afsnit 3.2.5 – se [Eksperimentelt arbejde](#). Det kan være i journalform, en mere traditionel rapport eller som en præsentation. Omfanget og karakteren af den enkelte opgave, herunder om den udarbejdes selvstændigt af hver enkelt elev eller sammen af en mindre gruppe, fastlægges forlods af læreren, som regel efter samråd med holdet. Faglig argumentation, ledsaget af korrekte og relevante illustrationer, er væsentlige elementer i efterbehandling af eksperimentelt arbejde. Ved efterbehandlingen af det eksperimentelle arbejde lægges hovedvægten på behandling og diskussion af de indsamlede data og de konklusioner, som kan drages ud fra dem.

Skriftlige opgaver kan have karakter af formidlingsopgaver, hvor eleverne udarbejder fx artikler om de emner, de arbejder med. Det kan også være en god idé at udarbejde plakater, pjecer eller videoprodukter, der kan vises ved arrangementer på skolen.

Et eksempel kunne være, at eleverne efter tur producerer et aktuelt opslag eller indslag til skolens intranet eller hjemmeside over et aktuelt astronomisk emne. Før den første skriver sit opslag, diskuteres i klassen, hvordan opslaget skal udformes for, at det fremtræder indbydende og spændende. Når en elev har lavet et udkast, læser de andre det og kommer med gode råd til forbedring. Eleven/kursisten retter derefter sit opslag til, så det er færdigt til gangen efter. Gode billeder er en væsentlig del af et godt opslag. En sådan aktivitet er på denne måde er både en god øvelse og en god reklame for faget.

Simple numeriske opgaver spiller en vigtig rolle ved elevernes arbejde med stoffet, idet de i reglen vil understøtte forståelsen. Eleverne skal vænnes til, at udregninger kræver forklaringer og begrundelser. Arbejdet med sådanne opgaver kan både finde sted i timen og som en del af elevernes forberedelse.

Det er vigtigt, at eleverne opfordres til at gemme relevante skriftlige formidlinger i deres portfolio til senere anvendelse, herunder brug i en prøvesituation.

#### 3.2.5. Eksperimentelt arbejde i astronomi

*”Målet med det eksperimentelle arbejde i astronomi er at sikre eleverne fortrolighed med naturvidenskabelige arbejdsmetoder og give dem indsigt i samspillet mellem teori og eksperiment. Det eksperimentelle arbejde omfatter:*

- egne observationer af blandt andet nattehimlen med eller uden hjælpemidler
- behandling af egne eller andres data
- analyse og fortolkning af bearbejdede data
- virtuelle eksperimenter.” [LP 3.2]

Det eksperimentelle arbejde skal have en fremtrædende plads i undervisningen og omfatter behandlingen af data, der kan fås fra mange forskellige kilder som fx praktiske observationer, eleveksperimenter, simulationsprogrammer, fotografier eller digitale billeder.

Det anbefales, at eleverne får lejlighed til at foretage observationer såvel om dagen som om aftenen. Til udpegning af stjernebilleder kan man med fordel anvende en grøn laserpen, som giver en lang sammenhængende stråle, der kan ses af mange. Enkelt forsøgsapparat, instrumenter og simple modeller i to eller tre dimensioner kan anvendes til illustration

På grund af den alvorlige risiko for øjenskader skal observationer af Solen altid ske under iagttagelse af de strengeste sikkerhedsforanstaltninger. Eleverne skal generelt gøres bekendt med sikkerheds- og sundhedsrisici ved det eksperimentelle arbejde og have kendskab til god laboratoriepraksis. Uanset om et eksperiment primært udføres af eleverne eller læreren, skal relevante risiko- og sikkerhedsforhold inddrages i undervisningen. Dette gælder også forsøg, der udføres i samarbejde med personalet på en virksomhed eller en uddannelsesinstitution. Læreren vil altid have ansvaret for, at sikkerhedsforholdene er i orden og skal have afprøvet eksperimentelt udstyr og laboratorierutiner på forhånd.

Ved eksperimentelt arbejde er eleverne omfattet af arbejdsmiljølovens såkaldt udvidede anvendelsesområde, og de nærmere regler er fastlagt af Arbejdstilsynet i *At-meddelelse nr. 4.01.9, [Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser](#)*. Her fastslås det: ”Ved planlægningen af undervisningen skal skolen sørge for, at eleverne kan udføre arbejdet med de praktiske øvelser sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt i forhold til elevernes alder, indsigt, arbejdsevne og øvrige forudsætninger.” Derfor indgår det i fastlæggelsen af de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger at sikre, at eleverne har opnået den fornødne rutine i god laboratoriepraksis, og at arbejdet foregår under tilstrækkelig instruktion.

Der henvises i øvrigt til sikkerheds- og sundhedsforskrifter fra Arbejdstilsynet, Sikkerhedsstyrelsen, Miljøstyrelsen og Sundhedsstyrelsen (Statens Institut for Strålehygiejne). Branchearbejdsmiljørådet – Undervisning og forskning har udarbejdet en publikation ”[når klokken ringer - branchevejledning om fysisk arbejdsmiljø i grundskolen i det almene gymnasium](#)” med de vigtigste sikkerhedsforskrifter m.m. Ansvaret for, at reglerne overholdes, er fordelt på arbejdsgiveren, den lokale sikkerhedsgruppe og på de enkelte lærere, som det fremgår af det nævnte netsted.

### 3.2.6 Observationer

Eleverne skal kunne orientere sig på nattehimlen og foretage enkle observationer, fx vha. af et drejeligt stjernekort eller et planetarieprogram. Eleven bør kende og kunne udpege karakteristiske stjernebilleder og stjerner på de forskellige årstider. Mange observationer kan foretages med det blotte øje som fx en måneformørkelse, der kan kombineres med en efterfølgende bestemmelse af afstanden mellem Jorden og Månen. Brug af en fuglekikkert giver en god begyndelse til kikkertbaserede observationer af nattehimlen, fordi den øger opløsningen, uden at eleven mister orienteringen. Senere kan der suppleres med en astronomisk kikkert. Hvis skolen ikke råder over en astronomisk kikkert, stiller mange amatør-astronomer gerne deres udstyr til rådighed. Kontakt kan skabes gennem lokalforeninger under Astronomisk Selskab.



Internettet rummer en næsten uudtømmelig kilde af autentiske astronomiske data. Det giver elever en enestående mulighed for at arbejde med de samme aktuelle data og problemstillinger som forskerne.

Det er vigtigt, at eleverne ikke bare slippes løs på internettet, da mange data findes i formater, som ikke umiddelbart kan læses og behandles af almindelige pc-programmer. Man kan lære eleverne at anvende billedbehandlingsprogrammer. Se [www.emu.dk](http://www.emu.dk) for forslag. Den første gang kan fokus være at lære programmet at kende. Senere hen kan eleverne anvende programmet til mere avancerede undersøgelser.

Det er vigtigt, at eleven oplever, at indhentning af data fra internettet er autentisk. Der må ikke bare være tale om, at eleven får udleveret en række billeder med en beskrivelse af, hvordan man behandler dem igennem forløbet i Astronomi C. Det at søge efter og udvælge data er et vigtigt element i den måde, som en astronom arbejder på, og det bør eleven også stifte bekendtskab med. Så det vil være naturligt med en progression i frihedsgrader for dette. Et godt sted at starte kan fx være Solar Dynamics Observatory (SDO), hvor der er adgang til aktuelle billeder i sand tid (real-time). Her findes billeder, som kan benyttes til at undersøge bl.a.:

- Solens rotation ved brug af solpletter.
- Sammenhængen mellem magnetfeltet på Solens overflade og solpletterne og den tidlige udvikling af en solplet (fx kan man se at magnetfeltet kommer til syne på overfladen før solpletten ses).
- Magnetfeltet over en solplet (ses i uv-lys) og dynamikken i Solens magnetfelt.
- Soludbrud

Et andet program, man relativt let kan anvende til at hente billeder og data, er *Aladin Sky Atlas*, der anvender databasen under Universitetet i Strassbourg. Programmet kan downloades fra adressen [aladin.u-strasbg.fr/](http://aladin.u-strasbg.fr/). Der er versioner til alle platforme.

Sloan Digital Sky Survey er et også godt netsted, hvor originale billeder kan findes og benyttes.

Eleverne kan også udføre autentisk videnskabeligt arbejde. Fx kan de deltage i citizen science projekter og identificere galakser via [galaxyzoo.org](http://galaxyzoo.org) eller lede efter nye exoplaneter på [planethunters.org](http://planethunters.org).

### **3.3. It**

*”Eleverne skal arbejde med indsamling og bearbejdning af information fra forskellige kilder, herunder brug af digitale databaser fra forskellige internationale fora. I den forbindelse diskuteres, hvordan man kan vurdere informationernes pålidelighed.*

*It-baseret udstyr til indsamling af astronomiske data og efterfølgende behandling indgår naturligt i undervisningen. Databehandlingen omfatter såvel numeriske beregninger som behandling af billedinformation.*

*Anvendelse af planetarieprogrammer og andre simuleringsprogrammer indgår i undervisningen i forbindelse med elevernes observationer, den teoretiske behandling af emnerne og som virtuelle eksperimenter.” [LP 3.3]*

Faget Astronomi C bidrager i lighed med de øvrige fag til at udvikle elevernes digitale dannelse. Eleverne har fra den forudgående undervisning i matematik og naturfag gjort sig nogle forskellige erfaringer med anvendelse af it, som der bygges videre på i astronomiun-

dervisningen, såvel i forbindelse med opgaveregning som i arbejdet med eksperimentelle og virtuelle data.

### 3.3.1. Databehandling

Det er naturligt, at eleverne kan anvende programmer til præsentation af data i form af simple grafer og tabeller, som kan indgå i rapporter og præsentationer. Da elevers og kursisters forudsætninger kan være meget forskellige med hensyn til brug af specielle programmer som fx regneark, vil det i høj grad være påkrævet med differentiering. Det er dog ligeværdigt at anvende forskellige databehandlingsmetoder til behandling af et givet datasæt.

### 3.3.2 Informationssøgning

Eleverne skal lære at søge informationer via internettet, hvilket især kan være fordelagtigt i forbindelse med projektarbejde, eller når der er behov for at finde oplysninger om aktuel forskning og andre nyheder. Aktuelle oplysninger kan ofte findes på store forskningsinstitutioners netsteder, som også tilbyder gratis nyhedsabonnementer. Af særlig interesse er såvel det amerikanske NASA (med utallige henvisninger til dedikerede netsteder for undervisningssektoren) som de fælleseuropæiske organisationer ESO og ESA. Mange planetarier har også på deres netsteder meget relevant og tilgængeligt materiale.

Undervisningen skal medvirke til at opøve elevernes kritiske sans i forbindelse med brugen af internettet. Det tilrådes derfor, at læreren hjælper med at organisere de første søgninger, så de er strukturerede i forhold til den givne problemstilling og giver værdifuld information. De ovenfor nævnte organisationer og institutioner leverer sammen med anerkendte forskningsinstitutioner information med høj troværdig. Informationer fra mindre kendte kilder og især private netsteder bør altid søges verificeret gennem sammenligning med information fra andre og mere kendte kilder. Når eleverne anvender information fra internettet i deres skriftlige formidling, bør den være forsynet med kildeangivelse (netadresse, søgedato) og om nødvendigt oplysning om, hvordan den er verificeret.

### 3.3.3 Planetarieprogrammer og andre virtuelle eksperimenter

Et planetarieprogram er en simulering af stjernehimlen, der gør det muligt at identificere de forskellige objekter, som er synlige på himlen på et bestemt tidspunkt fra et valgt observationssted. På nettet findes adskillige gratis planetarieprogrammer, som fx Stellarium, med tilhørende store databaser over fx stjerner, kometer og asteroider. Sådanne programmer kan anvendes til fx

- træning af observation af nattehimlen, herunder stjernebilleder
- identifikation af relevante objekter, der kan studeres på en valgt observationsaften
- undersøgelse af historiske himmelfænomener
- simulering af tidsforløb, eksempelvis et gennemløb af Mars' retrograde sløjfebevægelse.

Virtuelle eksperimenter er generelt set computerbaserede eksperimenter, der bygger på allerede kendte lovmæssigheder og modeller, der simulerer en given fysisk situation. De rummer ofte mulighed for, at elever kan vælge parametre inden for relevante intervaller og dermed interaktivt styre forskellige forløb.

Det anbefales at gøre brug af det store udbud af virtuelle eksperimenter, der findes på internettet. Nogle af eksperimenterne visualiserer astronomiske problemstillinger, der ellers er for vanskelige at behandle i Astronomi C. Samtidigt kan interaktiviteten give eleverne mulighed for at arbejde med (simulerede) observationer og eksperimenter og derved brin-

ge de faglige metoder i anvendelse. Det er vigtigt at diskutere med eleverne, at der her er tale om simuleringer, og at de observerer vha. matematiske modeller, som er opstillet ud fra allerede kendt astronomisk viden. Det anbefales at anvende virtuelle eksperimenter til at visualisere matematiske modeller, fx af planetbaner eller dobbeltstjernesystemer, som er så komplicerede, at eleverne ellers ikke kan behandle problemet.

### **3.4. Samspil med andre fag**

*”Undervisningen i faget forudsætter, at eleverne har et generelt naturfagligt grundlag.*

*Dele af kernestof og supplerende stof skal vælges og behandles, så det kan bidrage til det faglige samspil mellem fagene og i studieretningen. I tilrettelæggelsen af undervisningen inddrages elevernes viden og kompetencer fra andre fag, som eleverne hver især har, så de bidrager til perspektivering af emnerne og belysning af fagets almindelige sider.” [LP 3.4]*

I valgfaget Astronomi C er det vigtigt at udnytte de enkelte elevers forskellige viden og forudsætninger fra andre fag og inddrage dem i undervisningen og i elevens formidling til de øvrige på holdet. Egentlig flerfagligt samarbejde kan med fordel gennemføres i form af projektarbejde.

## **4. Evaluering**

### **4.1. Løbende evaluering**

*”Undervisningen skal tilrettelægges, så den enkelte elev jævnligt får mulighed for at vurdere sit udbytte samt medvirke ved evaluering og justering af undervisningen. Elevens samlede indsats i faget, herunder særligt den astronomiske portfolio og den mundtlige formidling, indgår i evalueringen af elevens standpunkt. Evalueringen skal tydeliggøre, hvor langt eleven er kommet med hensyn til opnåelse af fagets mål, og anvise veje til forbedring af standpunktet.” [LP 4.1]*

Evaluering er en proces med flere formål, dels at forbedre elevernes læring dels at være middel til at gøre status over elevernes udbytte af læringen. I en løbende evaluering er der en række elementer, der skal evalueres: Elevernes præstationer både mundtligt og skriftligt, deres faglige standpunkt, udbytte af undervisningen og opfyldelse af målene samt adfærd og arbejdsindsats.

Evalueringen kan hensigtsmæssigt deles op i fremadrettet og summativ evaluering. Den fremadrettede evaluering finder sted undervejs i og som en integreret del af undervisningen, mens den summative evaluering har sin plads ved afslutningen af forskellige aktiviteter.

#### **4.1.1. Fremadrettet og summativ evaluering**

Det er nødvendigt for både lærer og elever at kunne vurdere elevernes løbende læring således, at der kan tilrettelægges passende aktiviteter med henblik på fagligt set at løfte eleven mest muligt.

Den astronomiske portfolio spiller en væsentlig rolle i den fremadrettede evaluering. Eksempelvis er den et naturligt udgangspunkt for en samtale mellem elev og lærer om udbyttet af undervisningen og arbejdet hen mod slutmålene.

Har faget fået tildelt fordybelsestid vil skriftligt arbejde også kunne anvendes i den fremadrettede evaluering.

Den summative evaluering har som formål at give en endelig vurdering af elevernes kunnen og af undervisningens resultat. Denne form for evaluering finder sted ved afslutningen af et forløb eller et emne og ultimativt ved en afsluttende eksamen. Den summative evaluering er en evaluering af læringen og har som resultat typisk en karakter. Mundtlige oplæg over et emne, skriftlige prøver og lignende kan anvendes ved den summative evaluering.

Elevernes afsluttende standpunktskarakter er en del af den summative evaluering. En vurdering af den astronomiske portfolio indgår på naturlig vis i fastlæggelsen af den afsluttede standpunktskarakter.

#### **4.2. Prøveform**

De overordnede rammer for prøverne fremgår af *Bekendtgørelse om prøver og eksamen i folkeskolen og i de almene og studieforbereende ungdoms- og voksenuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen)* og på basis heraf er prøveformen fastlagt i læreplanen:

Regler vedrørende eksaminandernes brug af internettet for at tilgå tilladte hjælpemidler ved prøverne fremgår af § 6 i "Bekendtgørelse om visse regler om prøver og eksamen i de gymnasiale uddannelser". I [vejledningen](#) til denne bekendtgørelse er der givet eksempler på, hvilke hjælpemidler der må, og hvilke der ikke må tilgås via internettet.

*"Der afholdes en mundtlig prøve på grundlag af en bredt formuleret opgave inden for de områder, holdet har arbejdet med. Opgaverne skal tilsammen i al væsentlighed dække de faglige mål, kernestoffet og det supplerende stof. Opgaverne skal være kendte af eksaminanderne inden prøven. Den enkelte opgave må anvendes højst tre gange på samme hold.*

*Eksaminationstiden er ca. 24 minutter pr. eksaminand. Der gives ca. 24 minutters forberedelsestid.*

*Eksaminationen former sig som en faglig samtale mellem eksaminand og eksaminator. Eksaminandens astronomiske portfolio skal inddrages i eksaminationen, når det er relevant for opgaven."* [LP 3.2]

Eksaminanderne skal i god tid før undervisningens afslutning orienteres om forløbet af den mundtlige prøve. I orienteringen indgår såvel en beskrivelse af prøvens forløb og forventningerne til eksaminandens egen indsats som en diskussion af, hvordan forberedelses- og eksaminationstiden bedst disponeres og udnyttes. Eleverne skal have eksamensspørgsmålene uddelt i god tid inden prøven, og de skal i samme forbindelse gøres opmærksom på, at der kan ske ændringer efter censors forslag. Det kan være en god træning at gennemføre et eller flere prøveforløb. Eleverne skal desuden orienteres om bedømmelseskriterierne.

Hvis eksaminanderne har opbygget den astronomiske portfolio elektronisk, er det en god ide, at de har taget en backup af al materialet i tilfælde af, at deres computer bryder sammen ved prøven. Læreren kan have en reservecomputer klar i eksamenslokalet.

Eksaminator udformer i god tid før prøven forslag til de opgaver, der er udgangspunkt for den mundtlige prøve. Opgaverne skal, som det fremgår af læreplanen, være bredt formulerede og tilsammen dække de faglige mål, kernestoffet og det supplerende stof. Der er ikke nogen bestemt skabelon for udformningen af opgaverne, men de skal indeholde elementer, som gør det naturligt at inddrage materiale fra eksaminandens astronomiske portfolio. Det er god praksis, at opgaven indeholder en overskrift, der fastlægger emnet for den faglige samtale, samt en undertekst, evt. i stikordsform. En sådan undertekst eller stikord er vejledende for eksaminanden.

Opgaverne til den mundtlige prøve sendes til censor mindst 5 hverdage før prøvens afholdelse, med mindre særlige forhold er til hinder herfor. Det kan betyde, at udsendelsen må foretages, før eksamensplanen er offentliggjort. Udsendelsen af opgaver mm må da kun ske i et omfang, der ikke medfører, at andre dele af eksamensplanen kan udledes

Prøven former sig som en af eksaminator ledet faglig samtale. Normalt har eksaminanden initiativet i starten, men eksaminator og censor må gennem spørgsmål sikre, at samtalen belyser opgavens emne bredt. Eksaminandens astronomiske portfolio skal som hovedregel inddrages i samtalen, om nødvendigt på eksaminators foranledning. Det kan eksempelvis være som udgangspunkt for bestemte delemner, som dokumentation for observationer eller som led i analyser af forskellige problemstillinger.

### 4.3. Bedømmelseskriterier

Bedømmelsen sker med sigte på de faglige (slut-)mål, som fremgår af læreplanens afsnit 2.1. I den forbindelse er det ikke et krav, at hver opgave inddrager alle mål ligeligt. Det fremgår endvidere af læreplanens afsnit 4.3, at:

*”Der lægges vægt på*

- *fagligt overblik, herunder om eksaminanden kan inddrage relevante og væsentlige astronomiske elementer i den faglige samtale*
- *sikkert kendskab til fagets begreber, modeller og metoder, så eksaminanden kan foretage en faglig analyse, herunder gøre rede for den faglige argumentation*
- *evnen til at forbinde observationer, data og modeller som grundlag for en faglig refleksion med inddragelse af fagets perspektiver.”* [LP 4.3]

En præstation, der fuldt ud opfylder de relevante faglige mål, vurderes til karakteren *Fremragende*, jf. bekendtgørelse nr. 262 af 20/03/2007 (Bekendtgørelse om karakterskala og anden bedømmelse).

### Oversigt over karakterskalaen

12	Fremragende	Karakteren 12 gives for den fremragende præstation, der demonstrerer udtømmende opfyldelse af fagets mål, med ingen eller få uvæsentlige mangler.
7	God	Karakteren 7 gives for den gode præstation, der demonstrerer opfyldelse af fagets mål, med en del mangler.
02	Tilstrækkelig	Karakteren 02 gives for den tilstrækkelige præstation, der demonstrerer den minimalt acceptable grad af opfyldelse af fagets mål.

## Eksempel på karakterbeskrivelser for mundtlig prøve i Astronomi C

12	Fremragende	<p>Eksaminanden viser i den mundtlige samtale fagligt overblik og kan selvstændigt inddrage relevante og væsentlige astronomiske fænomener med ingen eller kun uvæsentlige faglige mangler. Eksaminanden har et sikkert kendskab til fagets begreber og fortrolighed med fagets modeller og metoder, så de kan anvendes i en faglig analyse, herunder bruges til at gøre rede for den faglige argumentation.</p> <p>På basis af den astronomiske portfolio dokumenterer eksaminanden, hvordan information og data kan indsamles, bearbejdes, fortolkes og formidles.</p> <p>Eksaminanden kan reflektere over samspillet mellem teori og observation og perspektivere faglig indsigt, herunder inddrage fx væsentlige skift i det astronomiske verdensbillede.</p>
7	God	<p>Eksaminanden viser i den mundtlige samtale fortrolighed med fagets begreber, modeller og metoder, der inddrages i den faglige argumentation på en noget upræcis måde og med faglige mangler.</p> <p>Eksaminanden kan på basis af sin astronomiske portfolio i nogen grad dokumentere, hvordan information og data indsamles, bearbejdes og fortolkes, men argumentationen har væsentlige mangler.</p> <p>Eksaminanden kan forbinde teori og observation og gengive perspektiver på de faglige problemstillinger.</p>
02	Tilstrækkelig	<p>Eksaminanden bidrager i begrænset omfang til den mundtlige samtale, men viser et grundlæggende kendskab til fagets elementære begreber, modeller og metoder. Modellerne kan kun i begrænset omfang og med adskillige mangler anvendes til kvalitativ eller kvantitativ beskrivelse af astronomiske fænomener og processer.</p> <p>Eksaminanden kender grundlæggende metoder til indsamling af information og data, men kan ikke selv inddrage den astronomiske portfolio som led i dokumentationen.</p> <p>Det faglige perspektiveres kun på stikordsniveau.</p>

## Appx Nyttige links

### Regelgrundlag

Undervisningsministeriets hjemmeside: [www.uvm.dk](http://www.uvm.dk)

Lov om de gymnasiale uddannelser:

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=186027>

Bekendtgørelse om de gymnasiale uddannelser:

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=191190>

Læreplaner: <http://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner>

Eksamensbekendtgørelsen: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=179722>

Karakterbekendtgørelsen: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=25308>

### Prøver og evaluering af prøver

Materialeplatformen, tidligere skriftlige opgaver i fysik:

<http://materialeplatform.emu.dk/eksamensopgaver/gym/index.html>

Evalueringer af de skriftlige prøver i fysik. Find evalueringen af fysik under hvert enkelt år:

<http://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/proever-og-eksamen>

### EMU

EMU-sider: <http://www.emu.dk/>. For fysik se under hf, htx eller stx. Derefter f.eks. under fagkonsulentens side.

### Sikkerhed og arbejdsmiljø

"Elevs praktiske øvelser på de gymnasiale uddannelser" (Arbejdstilsynet):

<https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/e/4-01-9-elevs-prak-ovels-er-gymnasie>

"Når klokken ringer" (Branchearbejdsmiljørådet, vejledning til grundskolen og det almene gymnasium): <http://www.arbejdsmiljoweb.dk/media/4452591/naar-klokken-ringer-print-.pdf>

"Sikkerhed i laboratoriet" (Center for Undervisningsmidler 2014, Maj-Britt Berndtsson):

[https://ucc.dk/sites/default/files/sikkerhed\\_i\\_laboratoriet\\_2014\\_0\\_0\\_0.pdf](https://ucc.dk/sites/default/files/sikkerhed_i_laboratoriet_2014_0_0_0.pdf)

"Love og regler om el" (Sikkerhedsstyrelsen): <https://www.sik.dk/Virksomhed/El-for-fagfolk/Love-og-regler-om-el>

Pjece om Arbejdsmiljølovens udvidede område (december 2016), ungdomsuddannelser (Dansk Center for Undervisningsmiljø): <http://dcum.dk/ungdomsuddannelse/love-regler-og-anvisninger/sikkerhed/dcum-vejledning-arbejdsmiljoelovens-udvidede-omraade-ungdomsuddannelser>