

Astronomi C
Vejledning / Råd og vink
Afdelingen for gymnasiale uddannelser 2010

Alle bestemmelser, der er bindende for undervisningen og prøverne i de gymnasiale uddannelser, findes i uddannelseslovene og de tilhørende bekendtgørelser, herunder læreplanerne. Denne Vejledning/Råd og vink indeholder forklarende kommentarer til nogle af disse bestemmelser, men indfører ikke nye bindende krav. Desuden gives eksempler på god praksis samt anbefalinger og inspiration, og den udgør dermed et af ministeriets bidrag til faglig og pædagogisk fornyelse. Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

1. IDENTITET OG FORMÅL	3
1.1. Identitet	3
1.2. Formål	3
2. FAGLIGE MÅL OG FAGLIGT INDHOLD	5
2.1. Faglige mål	5
2.2. Kernestoffet	7
2.2.1. Menneskets plads i universet	7
2.2.2. Universets udvikling og dynamik	8
2.3. Supplerende stof	9
3. UNDERVISNINGENS TILRETTELÆGGELSE	10
3.1. Didaktiske principper	10
3.1.1. Elevforudsætninger	10
3.1.2. Planlægning og progression	10
3.1.3. Undervisningsforløb	11
3.1.4. Undervisningsmaterialer	12
3.2. Arbejdsformer	13
3.2.1. Eksempler på arbejdsformer i astronomiundervisningen	13
3.2.2. Den astronomiske portfolio	15
3.2.3. Mundtlig formidling	17
3.2.4. Skriftlighed i astronomi	17
3.2.5. Eksperimentelt arbejde i astronomi	18
3.3. It	20
3.3.1. Databehandling	21

3.3.2. Billedbehandling	21
3.3.4. Planetarieprogrammer og andre virtuelle eksperimenter	22
3.4. Samspil med andre fag	22
4. EVALUERING	23
4.1. Den løbende evaluering	23
4.1.1. Formativ evaluering	23
4.1.2. Summativ evaluering	24
4.2. Prøven	24
4.3. Bedømmelseskriterier	25

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 fag og kan stimulere interessen for en faglig fordybelse i naturvidenskab.”
[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 iagttagelse, dataanalyse, tolkning og opstilling af videnskabeligt formulerede hypoteser og teorier, der kan gøres til genstand for undersøgelse, afprøvning og videre udvikling.

I astronomien inddrages gerne helt aktuelle emner fra andre naturvidenskabelige fagområder som fysik, kemi og biologi. Kravene til måleinstrumenter nødvendiggør brug af den mest avancerede teknik, både mekanisk, elektronisk og med hensyn til datakraft. Ofte vil målinger kun kunne udføres fra opsendte satellitter, så også rumforskningen er meget væsentlig for moderne astronomisk forskning.

I astronomien er man henvist til at iagttage den strøm af stråling og partikler, der kommer fra forskellige egne af universet, mens egentlige eksperimenter med astronomiske objekter normalt ikke er mulige. Dog er det i laboratorier på Jorden undertiden muligt at genskabe fænomener, der ellers kun finder sted i fjerne egne af universet, hvilket giver forskere fra meget forskellige fagområder gode muligheder for at støtte og udvikle hinandens forskning.

1.2. Formål

”Faget astronomi C bidrager til uddannelsens overordnede målsætning med fokusering på almindelsen ved, at eleverne gennem arbejdet med astronomiske observationer, data, teorier og modeller får indsigt i naturvidenskabelige arbejds- og tænke måder. 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. De er derfor pejlemærker for de enkelte undervisningsforløb, som sammen med den nødvendige progression skal sætte eleven i stand til at nå disse (slut-)mål. 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 og fascination 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 astronomiens rammer – 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, herunder dag og nat, Månens faser, formørkelser 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 markante skift i det astronomiske verdensbillede” [LP 2.1]

Det astronomiske verdensbillede er karakteriseret ved at være en proces og ikke en statisk, begrænset beskrivelse af naturen. Karakteristisk ved det astronomiske verdensbillede er derfor 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 og ikke mindst den serie af markante paradigmeskift, som har fundet sted gennem tiden. Det er i den forbindelse et mål, at eleven sættes i stand til at forstå, hvordan de spørgsmål, man stiller videnskabeligt, hænger sammen med de svar, man finder via en naturvidenskabelig analyse, dataindsamling, bearbejdning og tolkning. Gennem de naturvidenskabelige undersøgelser får man kun svar på de spørgsmål, man er klog nok til at stille. Man får altså ikke svar på alt, og man kan kun teste de modeller, der er opstillet.

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

Astronomi er et empirisk funderet naturvidenskabeligt fag, hvor astronomiske data fortolkes ud fra det verdensbillede (model), 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 eleverne får indsigt i og respekt for de håndværksmæssige metoder til professionel indsamling og bearbejdning af astronomiske data.

”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 demonstrere viden om fagets identitet og metoder”

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 videnskabsteori.

Eleverne skal kunne bringe astronomifagets identitet og metoder i spil i forbindelse med almen studieforberedelse og skal her kunne se forskelle og ligheder til andre fag.

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.

Observationer og eksperimenter

Observationer og eksperimenters rolle i astronomi kan forstås med udgangspunkt i elevernes egne observationer og eksperimenter, men kan også behandles ved inddragelse af nutidige og historiske observationer og eksperimenter fra forskningsverdenen.

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

- Måling på en glødepære for induktivt at undersøge, hvordan udstrålingen afhænger af temperaturen.
- Test af hypotesen, at en genstand falder som beskrevet i Galileis faldlov
- 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.

Ved undersøgelser af atomare spektre kan eleverne indse, at deres fortolkning af eksperimentet på baggrund af Bohrs atommodel er helt forskellig fra den hos 1800-tallets fysikere.

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 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, 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 kilder. Det er tanken at udnytte dette inden for rammerne af *”Det virtuelle observatorium”*, hvor eleverne i højere grad opsøger og bearbejder andres observationer og informationer end foretager egne observationer med eget udstyr. 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 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.).

2.2. Kernestoffet

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, hvor der inden for et tema udvælges relevante faglige emner, objekter og fænomener. 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.

”- *grundlæggende egenskaber ved de terrestriske planeter, herunder deres indre struktur, overflade og atmosfære*” [LP 2.2]

Eleverne skal arbejde med de terrestriske planeter 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.

”- *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.

”- *mælkevejssystemets opbygning og specielt Solens placering*” [LP 2.2]

Kun grundtræk i Mælkevejssystemets opbygning skal beskrives, herunder form, størrelse, rotation, spiralstruktur og placering af kuglehobe. Det er ikke et krav, at eleverne arbejder med rotationskurver og sorte huller.

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

Ved ”det kosmiske zoom”, der også er kendt fra film som ”Powers of Ten” og ”Den kosmiske rejse”, 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 og dynamik

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.

”- *stjernerne dannelses, 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 og dels ved supernovæekspllosioner.

”- planeters dannelse og betingelser for liv” [LP 2.2]

Eleverne skal forstå den videre organisering af stof til større enheder i form af bl.a. planeter i forbindelse med stjernedannelse, og de skal arbejde med betingelserne for liv i universet (vand, carbon og energi) samt menneskets søgen efter liv og tegn på dets opståen.

2.3. Supplerende stof

”Eleverne vil ikke kunne opfylde de faglige mål alene ved hjælp af kernestoffet. Det supplerende stof, som skal udfylde ca. 40 pct. af uddannelsestiden, 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 astronomiske emner som mulighederne for at inddrage elevernes andre fag i arbejdet.” [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 projektforløb 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?”.

3. Undervisningens 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 dannede sider af faget spiller en væsentlig rolle, lige som aktuell astronomi inddrages, hvor det er muligt. Det kan være en fordel at benytte en undervisningsdifferentiering, 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. Det er ikke hensigten, at formel matematisk argumentation skal spille en væsentlig rolle i arbejdet med de astronomiske problemstillinger.” [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 stille nogle opgaver 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 Matematik C, med mindre alle på holdet har ensartede forudsætninger på et højere niveau. Det betyder, at elever kan arbejde med formler, de mest gængse funktionsammenhænge (proportionalitet, lineær sammenhæng, eksponentiel sammenhæng og potensammenhæng) samt trigonometriske beregninger i retvinklede trekanter. Desuden har de arbejdet med simple statistiske modeller. Imidlertid er det 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.

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. Eksempelvis vil man i beskrivelsen af de vigtigste kernereaktioner i forbindelse med grundstofsyntesen kunne bruge kendskabet til kemiske reaktioner som en analogi og blot betone oplagte forskelle og ligheder mellem de to typer reaktioner. Man kan med fordel lave små demonstrationsforsøg til illustration af udvalgte fænomener fx brintspektret

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 fra begge faglige områder 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 tilret-

telægges, 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. Eksempelvis kan anvendelse af formler og begreber fra fysikken samt anvendelse af en række matematiske metoder volde vanskeligheder for en del elever på holdet. Det kan derfor være en fordel at vente med at fokusere på områder, hvor disse kompetencer 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 af 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 samarbejde med andre og til at søge og behandle informationer i overensstemmelse med studieplanen.

Tidligt i Astronomi C-forløbet bør læreren orientere eleverne om den fagspecifikke studieteknik og hjælpe dem til at tilegne sig en god notatteknik, gode lektielæsningsvaner og sørge for, at de selv kan opbygge [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.

Eksempel: Mål for et undervisningsforløb

Et af de faglige mål er at ”kunne søge information om et astronomisk emne fra forskellige kilder og vurdere pålideligheden”.

Første gang man laver et forløb er det et mål, at eleverne/kursisterne finder information på givne internetadresser. Ved at tage udgangspunkt i netadresser, som læreren har fundet og står inde for, sikres det, at eleverne/kursisterne ikke behøver at vurdere netstedet, men kan koncentrere sig om at søge efter indholdet alene.

I næste forløb er målet at vurdere den information, eleverne/kursisterne finder. Det gøres ved at lade dem søge efter et emne frit og enkeltvis. Bagefter sættes de sammen i grupper og sammenligner den information, de har fundet, samt vurderer pålideligheden af det.

Ved udformningen af delmålene for et forløb kan man med fordel bruge den såkaldte SOLO-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.

Eksempel: Undervisningsforløb med kursusforløb og gruppearbejde

Eleverne/kursisterne starter med et kursusforløb om stjerneudvikling omfattende stjernedannelse, hovedserien og kæmpestjernefasen. Derefter deles de i grupper, der arbejder med henholdsvis hvide dværge, neutronstjerner og sorte huller. Hver gruppe laver en elektronisk præsentation, som de til slut fremlægger for resten af holdet.

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.

Eksempel: Tematisk tilrettelagt undervisningsforløb om liv i Universet

Forløbet bygges op omkring temaet liv i universet. Eleverne definerer selv, hvad de vil arbejde med i den forbindelse efter en kort introduktion fra læreren. Mulige emner er: Betingelser for liv, vand i rummet/solsystemet, kometer, liv i solsystemet, kulkondritter, livszoner, Drakes ligning, exoplaneter og SETI. Undervejs behandles bl.a. strålingslovene og solsystemets opbygning og dynamik. Til sidst kan eleverne/kursisterne fremlægge resultaterne for hinanden mundtligt ud 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 undervisningen alene baseres på en bestemt lærebog. Temahefter og lignende materiale kan på linje med materiale fra tv, radio, aviser, tidsskrifter, cd-rom, video, dvd og internettet anvendes til at gøre faget mere aktuelt og vedkommende for eleverne. Der er mange muligheder for at arbejde med animationer og interakti-

ve, 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. Erfaringsmæssigt er det sværhedsgraden af materialet snarere end sproget, som giver elever problemer med at sætte sig ind i materialet. 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. Hvis det er muligt, skal der arbejdes flerfagligt med udvalgte emner.” [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.

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. Holdet kan også lejlighedsvis have besøg af en forsker eller selv ved en ekskursion opsøge personer, der kan give relevante og spændende foredrag om faglige emner. Interessante artikler eller fremkomsten af ny viden om aktuelle astronomiske opdagelser kan med fordel inddrages i undervisningen fx gennem et elevforedrag. Det kan perspektivere undervisningen og medvirke til at gøre faget aktuelt. Læreren bør drøfte med eleverne, hvordan man tager notater til et foredrag, og hvordan oplysninger herfra kan indgå i det videre arbejde. Sådanne notater indgår naturligt i elevens astronomiske portfolio.

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. Arbejdsformen giver flere frihedsgrader end klassesamtalen, og forskellige elevgrupper kan få et forskelligt udbytte. Det kan være en god idé at lade grupperne lave et produkt, der kan fremlægges, fremvises eller anvendes,

som fx solure.

Eksempel: Gruppearbejde med differentierede opgaver

Når man gennemgår kernereaktioner, kan eleverne deles i grupper efter deres interesse og deres forudsætninger i fysik og matematik. De forskellige grupper kan arbejde med kernereaktionerne på forskelligt niveau mht. afstemning, beregning af energifrigivelse, samt levetid for stjerner.

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 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.

Eksempel på projektarbejde – problemorienteret: Liv i universet

Mål: Eleverne arbejder med kernestof om stjerners dannelse, udvikling og endeligt, herunder grundstofsyntese samt planeters dannelse og betingelser for liv.

Projektet starter med en diskussion i klassen om: Hvad er liv? En brainstorming afdækker en række emner, som man i den forbindelse kan arbejde videre med. Eleverne vælger sig ind på det emne, de i grupper vil beskæftige sig med. Der laves i samråd med læreren en problemformulering og en plan for projektarbejdet. Projektet afsluttes ved, at hvert hold præsenterer sit arbejde for de øvrige i form af et foredrag med tilhørende elektronisk præsentation, plancheudstilling eller en skriftlig rapport.

Forslag til emner: Betingelser for liv – energi/vand/carbon, vand i universet/solsystemet, kometter, liv i solsystemet, Europa/Titan, kulkondritter, livszoner, Drakes ligning, exoplaneter og SETI.

Eksempel på projektarbejde – produktorienteret: Planetbaner

Mål: Eleverne bearbejder og fortolker astronomiske data. De ser et eksempel på en vigtig brik til et markant skift i det astronomiske verdensbillede

Eleverne starter med at konstruere Marsbanen på baggrund af Tycho Brahes observationer. Der anvendes mindst 5 sæt originale observationer af Mars' position i perioden 1580-1600, hvor der er 687 døgn (Mars' sideriske omløbstid) mellem de to observationer i hvert sæt. Ud fra kendskab til Jordens positioner på observationstidspunkterne kan Mars' position pejles og de (mindst) fem bestemmelser tilpasses en ellipse, og excentriciteten sammenlignes med den nyeste bestemmelse af denne værdi.

Derefter vælger eleverne selv en anden planet og fremskaffer et tilsvarende datasæt, fx vha. et planetarieprogram. De laver derpå en tilsvarende undersøgelse for den valgte planet.

Undervisningen kan naturligt suppleres med ekskursioner til observatorier, videnskabsmuseer, planetarier eller aftagerinstitutioner. Det kan være en god idé at skabe kontakt til lokale amatørastro-
nomer, 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.

Eksempel: Besøg på Ole Rømer Museet i Vestskoven

Mål: Eleverne arbejder med verdensbilledet i 1600-tallet og træner i at kunne orientere sig på stjernehimlen og identificere planeter og udvalgte stjernebilleder.

Eleverne mødes ved museet kl. 15. Spadseretur til udgravningen af Ole Rømers gamle observatorium, *Tusculanum*. Kl. 15:45 til 17 er der rundvisning på museet med hovedvægten lagt på Tycho Brahe og Ole Rømer. Efter en kort pause er mørket brudt frem, og en lokal amatørastro-
nom står nu sammen med eleverne for observation af udvalgte objekter på himlen. (Undgå at planlægge et sådant arrangement på et tidspunkt, hvor Månen lyser kraftigt først på aftenen).

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.

Forløbet kan organiseres som et normalt projektarbejde, hvor eleverne i begyndelsen af forløbet arbejder i grupper, som om de skal deltage i konkurrencen. Når tilmeldingsfristen nærmer sig, skal grupperne beslutte sig for, om de vil deltage eller ej. Det viser sig normalt, at nogle grupper ikke synes, at deres produkt får en sådan kvalitet, at de har lyst til at deltage, eller de vil ikke gøre den ekstra indsats, som det kan kræve at leve op til konkurrencens specifikke krav. De afleverer så blot en grupperapport på dansk. Resten af grupperne gør arbejdet helt færdigt og sender deres bidrag ind.

Det kan være en lærerig proces for mange elever at deltage i et sådant arbejde. Man studerer et selvvalgt emne, i hvilken forbindelse der bliver indsamlet og studeret stof fra mange forskellige kilder. Derpå skal man uddrage det væsentlige og finde gode illustrationer. Det indsamlede stof skal endelig formidles på en interessevækkende måde og på et fremmed sprog. Man får træning i at lave målrettet søgning på internettet og i at præsentere resultaterne. Herved bliver der i astronomiundervisningen trænet nogle almene studiekompetencer samtidig med, at eleverne kan arbejde dybt fagligt. Alle lærer meget af at deltage i et sådant projekt - også selv om man ikke vinder førstepræmien.

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 eksamen i faget. Den astronomiske portfolio består efter elevens eget valg af:

- materialer, som er udleveret af læreren eller er blevet til i forbindelse med undervisningen
- materialer, der er resultat af elevens egen informationsøgning og bearbejdning heraf
- materiale knyttet til elevens observationer og øvrige eksperimentelle arbejde
- elevens skriftlige produkter i faget, herunder projektrapporter og rapporter over observationer og andet eksperimentelt arbejde
- produkter forbundet med elevens formidling af faget.” [LP 3.2]

Den enkelte elev skal således gennem hele Astronomi C-forløbet selv 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.

Eleven bestemmer selv, hvad indholdet af den astronomiske portfolio er. Den kan indeholde materialer, som er udleveret eller er blevet til i forbindelse med undervisningen tillige med resultaterne af informationssøgning på fx internettet. Elevens egne produkter i form af skriftlige arbejder eller formidlingsprodukter indgår også naturligt i portfolioen.

Eksempel: Indholdsfortegnelse til en astronomisk portfolio (uddrag)

1. Observation af nattehimlen

Udskrift af stjerne kort for 12.8. fra et planetarieprogram

Liste over de vigtigste stjernebilleder på sensommerhimlen (note)

Fotografi af Saturn 12.8.

2. Solen

Journal over måling af Solens diameter med hulkamera

Tegninger af solplet fra 3 forskellige dage

Billeder af Solen fra SOHO satellitten i forskellige bølgelængde-områder, samt magnetogram

Rapport over bestemmelse af Solens rotationstid

Udskrift fra <http://apod.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html> af soludbrud

Udskrift af materiale om solpletter fra internettet

Billede af nordlys

3. Galakser

Hubbles gaffeldiagram

Opgave om klassifikation af galakser

4. Astrobiologi

Perspektiv 2/2003 - Vand, klorofyl og granit

Opgave 7 og 9 til ovenstående, hentet på <http://www.perspektiv.gymfag.dk/>

2 sider noter fra seminar på Tycho Brahe Planetarium + IMAX "Det ukendte dybhav"

5. ...

Læreren skal undervejs i Astronomi C-forløbet 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. Det kan være en god ide, at afsætte lidt tid i undervisningen, hvor læreren giver gode råd til opbygningen af portfolioen.

Den astronomiske portfolio indgår som del af prøvegrundlaget ved den mundtlige prøve, og den skal som hovedregel inddrages. Det er derfor i elevens interesse, at den indeholder materiale fra alle dele af undervisningen, så portfolioen kan anvendes til dokumentation og illustration af de behandlede problemstillinger og emner. Lærer (og censor) er ikke forpligtet til at kende indholdet af den astronomiske portfolio hos den enkelt elev, som selv må kunne fremdrage relevant materiale fra portfolioen. Da der ikke kan være adgang til internettet, skolens netværk eller lignende i prøvesituationen, må en portfolio på elektronisk form kunne overføres til et egnet flytbart medium.

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. Mundtlig formidling kan indgå på mange måder. Ofte er det i astronomi samtale, diskussion, elevoplæg, foredrag, forklaring på et fagligt emne, referat, 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 et astronomisk tidsskrift eller lignende for klassen. Eksempelvis kan de arbejde med forskellige planeter eller forskellige stjernetyper, 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 matrix-grupperne fortæller hver elev om resultaterne af det første gruppearbejde og svarer på spørgsmål herom. Derved kommer langt flere - også svage eller generte - elever til at formidle deres faglige viden. Et aktuelt emne, som fx fremkomsten af en komet, en sol- eller måneformørkelse eller et gammaglimt, 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.

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.

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:

- *rapportering og 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]

Den skriftlige dimension i astronomi C skal bidrage til at styrke elevernes studieforberevende skrivekompetencer jf. Bilag 4 i stx-bekendtgørelsen. Faglig argumentation, ledsaget af korrekte og relevante illustrationer, er væsentlige elementer i efterbehandling af eksperimentelt arbejde. Sammen med formidling af faglig indsigt er der fine muligheder for at arbejde med enhver af de studieforberevende skrivekompetencer, herunder sproglig korrekthed. Det anbefales, at der i den enkelte besvarelse fokuseres på få af de studieforberevende skrivekompetencer.

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 kan godt indgå i den astronomiske portfolio eller i undervisningsbeskrivelsen for det enkelte hold og dermed inddrages til den afsluttende mundtlige prøve.

Rapporter udformes på baggrund af data fra eksperimentelt arbejde, som kan omfatte egne observationer, eksperimenter eller information hentet fra andres observationer, jf. afsnit 3.2.5 – se [Eksperimentelt arbejde](#). Omfanget og karakteren af den enkelte rapport, 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.

Ved rapporteringen af det eksperimentelle arbejde lægges hovedvægten på behandling og diskussion af de indsamlede data og de konklusioner, som kan drages ud fra dem. Det kan være en fordel, hvis eleverne har lejlighed til at hente materiale som noter, øvelsesvejledning, tabeller og billeder fra en database eller andre eksterne kilder. Sådanne relevante materialer kan indgå i rapporten, når blot det af sammenhængen fremgår, hvor de kommer fra, og hvordan de er blevet benyttet.

Eksempel: Aktuelle opslag til en astronomisk opslagstavle

Med et par ugers mellemrum producerer eleverne/kursisterne på skift et opslag 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 har lavet et udkast, læser de andre det og kommer med gode råd til forbedring. Eleven/kursisten retter derefter sit opslag til, så det kan sættes op næste gang. Gode billeder er en væsentlig del af et godt opslag. En astronomisk opslagstavle på denne måde er både en god øvelse og en god reklame for faget.

Skriftlige opgaver kan have karakter af formidlingsopgaver, hvor eleverne udarbejder fx avis- eller leksikonartikler 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.

Simple numeriske opgaver spiller en vigtig rolle ved elevernes arbejde med stoffet, idet de i regelen vil understøtte forståelsen. Eleverne skal vænnes til, at udregninger kræver forklaringer og begrundelser. De bør kunne vurdere, om et resultat har en rimelig størrelsesorden. Arbejdet med sådanne opgaver kan både finde sted i timen og som en del af elevernes forberedelse. Opgaver kan omhandle information fra mange kilder, fx artikler, materialer hentet fra cd-rom, internettet eller fra observationer eller andet eksperimentelt arbejde.

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*
- *digital billedbehandling*
- *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, elev-eksperimenter, simulationsprogrammer, fotografier eller digitale billeder. Eleverne skal kunne skelne mellem observation, kvalitative og kvantitative eksperimenter samt virtuelle eksperimenter.

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 med udbytte bringes i anvendelse til illustration af et fjerntliggende objekt, en særlig begivenhed eller et fænomen. Ligeledes er det nærliggende at inddrage fx et lysfænomen i naturen som nordlys i undervisningen.

På grund af den alvorlige risiko for øjenskader skal observationer af Solen altid ske under iagttagelse af de strengeste sikkerhedsforanstaltninger. Eleverne skal gøres bekendt med sikkerheds- og sundhedsrisici ved det eksperimentelle arbejde og have kendskab til god laboratoriepraksis.

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, Elevers 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 på netstedet <http://www.risikomomenter.dk/> samlet eller henvist til de vigtigste sikkerhedsforskrifter m.m. Ansvar for, at reglerne overholdes, er fordelt på arbejdsgiveren, den lokale sikkerhedsgruppe og på de enkelte lærere, som det fremgår af det nævnte netsted.

Observationer

Eleverne skal kunne orientere sig på nattehimmelen 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 nattehimmelen, 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 amatørastrofysikere gerne deres udstyr til rådighed. Kontakt kan skabes gennem lokalforeninger under Astronomisk Selskab.

”Det virtuelle observatorium”

Internettet rummer en næsten udtømmelig kilde af autentiske astronomiske data, som i professionel sammenhæng benævnes ”det virtuelle observatorium”. Gennem det får 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. Omvendt er det vigtigt, at eleven oplever, at indhentning af data er autentisk. Der må ikke bare være tale om, at eleven får udleveret en række billeder med en beskrivelse af, hvordan man behandler dem. 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.

Eksempel: SoHO satellitten

Nemt tilgængelige data i et format, der er umiddelbart læseligt af almindelige billedbehandlingsprogrammer, findes på SoHO-satellitens hjemmeside, hvor der også 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
- Solens aktivitet (forskellen på solplet max og min).
- Solvinden og bevægelsen af stof i forbindelse med soludbrud.

På Solar Survey Archives netsted findes aktuelle data for Solen i sand tid, og her er det også muligt at undersøge Solens spektrum og udvælge spektralområder, hvor specielle spektrallinjer findes, fx H α -, Na-D-linjerne etc. Sloan Digital Sky Survey er et andet godt netsted, hvor originale billeder kan findes og benyttes.

Der findes i dag et meget stort antal internetsider, der frit tilbyder data som kan benyttes i forbindelse med undervisningen. Ønsker man at undersøge fx supernovæekspllosioner, kan det foregå med aktuelle data i sand tid. Der er også direkte adgang til digitale udgaver af de originale Schmidt plader, som dækker hele himlen. Her kan man indtaste navn eller koordinat på et objekt og så få et digitalt billede af det pågældende felt med udgangspunkt i ”observatørens” specifikationer. Disse billeder kan fx benyttes til stjernehælling, galaksemorfologi etc.

3.3. It

”Eleverne skal arbejde med indsamling og bearbejdning af information fra forskellige kilder, herunder internettet, og 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 elektronisk 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 it-kompetencer i overensstemmelse med studieplanen for de enkelte klasser. 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 astronomiundervisningen, 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, især på valghold, 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. Billedbehandling

Professionelle astronomiske billeder optages normalt i det såkaldte fits-format. Der findes både professionelt software og software udarbejdet til amatørbrug, der kan arbejde i dette format. Visse programmer, som fx programmet IRIS, kan hentes som freeware på internettet. Optagelse af astronomiske billeder med web-kamera kan fx ske med programmet AstroVideo.

Hubble European Information Center har lavet en plug-in, så interesserede kan lave billedbehandling på fits-filer i passende professionelle billedbehandlingsprogrammer. Der er tillige udarbejdet vejledende eksempler i brug af plug-in'en.

Eleverne har gennem disse programmer mulighed for at stifte bekendtskab med de mest elementære begreber i moderne astronomisk billedbehandling. De kan få en forståelse af billedets opbygning i pixels, der virker som små lysmålere. De kan selv foretage en elektronisk manipulation af billederne til at fjerne baggrund, og de kan korrigere for varierende belysning af samme objekt i forskellige optagelser. De kan foretage en geometrisk forskydning af billederne for at opnå samme placering af udvalgte objekter, fx med henblik på subtraktion for at finde nye objekter osv. Det er ikke hensigten, at eleverne skal kunne foretage en tilbundsgående billedbehandling.

3.3.3 Informationsøgning

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. Erfaringsmæssigt volder det ikke uoverstigelige problemer, at mange af disse netsteder er engelsksprogede, men det kan være en hjælp at give elever en lille engelsksproget liste over relevante fagudtryk og betegnelser for væsentlige astronomiske objekter.

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, herunder encyklopædier, leksika, lærebøger og andre kendte bogværker.

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.

3.3.4. 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 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 bringe 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

"Astronomi C er omfattet af det generelle krav om samspil mellem fagene. I det almene gymnasium indgår faget i almen studieforbereelse efter de bestemmelser, som gælder for dette forløb.

Undervisningen i astronomi C forudsætter, at eleverne har et generelt naturfagligt grundlag. Ved tilrettelæggelsen af astronomi som valgfag inddrages elevernes viden og kompetencer fra andre fag, 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.

Astronomi C som studieretningsfag

Når astronomi indgår i en studieretning, kan det indgå i et fornuftigt samarbejde med mange andre fag: Matematik (fx kometbaner og keglesnit), naturgeografi (fx drivhuseffekt, kontinentaldrift, planetary science), fysik (fx himmelmekanik, stjernemodeller og kosmologiske modeller), biologi (fx astrobiologi) samt historie, religion, dansk, oldtidskundskab (fx skabelsesberetninger og verdensbilleder). Koordinering og samarbejde omkring udvalgte emner fører ofte til et bredere perspektiv og et større udbytte af undervisningen for eleven/kursisten.

4. Evaluering

4.1. Den 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 såvel den mundtlige formidling som den astronomiske portfolio og de skriftlige produkter, 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 formativ og summativ evaluering. Den formative 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. Formativ evaluering

Det er nødvendigt for både lærere og elever at kunne vurdere elevernes løbende læring således, at der kan tilrettelægges passende aktiviteter med henblik på at leve op til undervisningens mål. Denne proces kan opfattes som opbygget af følgende elementer:

- indsamling af viden om elevernes kunnen, begrebsopfattelse og holdninger set i relation til fagets mål
- fortolkning af den indhentede viden
- beslutning angående de næste skridt hen mod opfyldelse af målene
- ideer til at hjælpe eleverne med at tage de næste skridt

Metoder til kortlægning af elevernes læring er velkendte. Det kan være

- at lytte til elevernes beskrivelse af deres arbejde og deres argumentation
- åbne spørgsmål til dem, hvorved de udfordres i deres ideer og argumenter
- små opgaver, som er rettede mod bestemte færdigheder eller anvendelser af bestemte ideer
- opgaven for dem at kommunikere deres tankegange ved hjælp af skrivning, begrebskort, rollespil eller tegninger
- en diskussion af specifikke ord og deres brug i astronomi
- elevs fremlæggelser for resten af holdet.

Det er i alle tilfælde centralt for processen, at den involverer elevernes egne refleksioner over læring.

Lærerens valg af redskab (observation, journal, logbog, samtale – individuel eller klassebaseret etc.) sker med henblik på at kunne give den enkelte elev feedback om hans eller hendes fremskridt og udviklingsmuligheder. Det er ikke tanken, at den løbende evaluering skal have præg af karaktergivning eller rangordning af eleverne, men give dem viden om undervisningsaktivitetens mål, deres nuværende position i forhold hertil, og hjælpe dem med strategier og færdigheder, der kan føre til opnåelse af de faglige mål. Valget af redskab er betinget af, hvad der skal evalueres. Ønskes en vurdering af deres paratviden, kan en hurtig flervalgsprøve være et fornuftigt valg, men ønskes en vur-

dering af deres evne til at stille spørgsmål og forholde sig til argumenter, formulere problemer og tilrette undersøgelser, vil det være mere oplagt at vælge fx projektarbejde. Det er oplagt, at de sidstnævnte former kræver en naturlig integrering i den løbende undervisning, idet de er mere tidskrævende.

I undervisningen i astronomi kan den astronomiske portfolio spille en væsentlig rolle i den formative evaluering. Eksempelvis er den et naturligt udgangspunkt for en samtale mellem elev og lærer om udbyttet af undervisningen og arbejdet hen mod slutmålene.

4.1.2. Summativ 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.

Evalueringen kan antage mange former: det kan for eksempel være test/prøver, essays, projektrapporter, mundtlige fremlæggelser evt. understøttet af præsentationsprogrammer eller synopsisopgaver. Uanset valg er det vigtigt at sikre sig, at der er overensstemmelse mellem selve evalueringsopgaven og de aktuelle læringsmål. Resultatet af evalueringen er for skolen og eleverne en status, mens det for læreren også kan tjene som anledning til refleksion over et samlet forløb med henblik på justeringer til senere brug. Den summative evaluering er i princippet ens for alle elever.

Evaluering af undervisningen er et led i den summative evaluering, som har til formål at give elever og lærer grundlag for justering af undervisningen med henblik på at give eleverne et godt udbytte. Denne evaluering kan laves såvel mundtligt som skriftligt med en efterfølgende kort mundtlig opsamling med holdet. Evalueringen omfatter mål, planer, arbejdsformer og evalueringsformer. Resultatet af disse drøftelser skal afspejles i den daglige konkrete undervisning. Det tilrådes, at der foretages en skriftlig evaluering mindst en gang i løbet af undervisningen, typisk midt i forløbet. Det kan være en god idé at udarbejde en skabelon til brug for den skriftlige evaluering. Det kan ske i samarbejde med klassens øvrige lærere, da en sådan evaluering ikke er fagspecifik. Der bør udvikles en praksis, hvor fokus ikke blot er på tilfredshed med læreren, men også på deres egen indsats og på værktøjer, der holder undervisningen og læringen op mod mål og forventninger også for den enkelte elev.

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

4.2. Prøven

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

”Der afholdes en mundtlig prøve på grundlag af en bredt formuleret opgave inden for de områder, holdet har arbejdet med. Opgaverne skal tilsammen dække undervisningsbeskrivelsen bredt. Eksaminationstiden er ca. 24 minutter pr. eksaminand. Der gives ca. 24 minutters forberedelsestid. Eksaminationen former sig som en samtale mellem eksaminand og eksaminator. Eksaminandens astronomiske portfolio skal som hovedregel inddrages i eksaminationen.” [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. Elevernes skal have kendskab til principperne for udformningen af opgaverne og være bekendt med de formuleringer, der anvendes i dem for at beskrive den ønskede fremstilling. Det kan eksempelvis ske ved, at eleverne får lejlighed til at arbejde med tænkte opgaver. 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, skal materialet i god tid inden den afsluttende prøve overføres til en cd-rom eller et lignende medie, som kan medbringes til prøven.

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 holdets undervisningsbeskrivelse. 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.

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.”*

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).

Nedenfor er i skemaform vist et eksempel på, hvordan kriterierne for tre af karakterniveauerne i karakterskalaen kan beskrives for 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.</p> <p>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>
2	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>