

## **Fysik i det 21. århundrede** **skoleåret 2009-2010**

I læreplanen for Fysik A (stx) indgår i kernestoffet et særligt område Fysik i det 21. århundrede, der udmeldes hvert skoleår før starten af undervisningen i 3.g.

For skoleåret 2009-2010 (inkl. prøven i vinterterminen 2010-2011) er emnet

### **DE DYNAMISKE STJERNER** **- STJERNEDANNELSE, STJERNERS UDVIKLING, SUPERNOVAER**

med følgende afgrænsning af det tilhørende kernestof:

- Dannelse af stjerner og stjerner i hydrostatisk ligevægt
- Tryk og temperaturforhold i stjernens indre, herunder tilstandsligningen for en ideal gas og partiklernes gennemsnitlige kinetiske energi
- Energiforholdene i en stjerne under kontraktion og ved fusion
- Grundtræk af den elektromagnetiske stråling fra et absolut sort legeme
- Sene udviklingsstadier for stjerner og grundstofdannelsen

#### **Vejledning**

Emnet er et vindue til moderne fysik og astronomi, som det optræder i nutidig forskning om stjerner og de nyeste astronomiske observationer.

Samtidig kan eleverne opnå indsigt i, hvordan man med udgangspunkt i grundlæggende fysiske lovmæssigheder kan forstå stjerners dannelse og udvikling.

Til emnet hører en vigtig eksperimentel vinkel i form af de muligheder, astronomerne har for ved observationer i hele det elektromagnetiske spektrum at få informationer om stjernerne og sammenholde disse med resultaterne af de fysiske modeller.

Flere af punkterne i læreplanen inviterer til eksperimentelt arbejde. Man kan således udmærket vælge en eksperimentel tilgang til f.eks. emnet ideale gasser frem for en teoretisk tilgang. For den professionelle astronom er Solen en særlig kilde til værdifulde oplysninger. Målinger på Solen og astronomiske observationer generelt er en naturlig del af undervisningen, hvor internettet kan inddrages som kilde til aktuelle data.

Det valgte kernestof omfatter den grundlæggende fysik, der er nødvendig for at forstå og arbejde med stjerners dannelse og udvikling.

#### *Dannelse af stjerner*

Hydrostatisk ligevægt er centralt for forståelsen af stjerners dannelse og udvikling. Samtidig giver det mulighed for at forstå, under hvilke betingelser en gassky vil trække sig sammen og muliggøre stjernedannelse.

#### *Tryk og temperaturforhold*

Tryk og temperaturforhold i stjernen kan behandles ud fra tilstandsligningen for en ideal gas, men der forventes ikke en systematisk behandling af ideale gasser. Temperaturen betydning for

partiklernes gennemsnitlige kinetiske energi kan begrundes ud fra en simpel mekanisk model for den ideale gas i forlængelse af behandling af emnet bevægelsesmængde, der dermed får en naturlig anvendelse. Men der er ikke noget krav om at medtage Maxwells hastighedsfordeling for partiklerne i en gas.

### *Energiforhold*

I forbindelse med en stjernes energiforhold under kontraktion inddrages virialsætningen, der kan begrundes ved at se på en cirkelbevægelse af et legeme i gravitationelt centralfelt.

Under fusion kan man fokusere på de særlige forhold i stjernens indre, der muliggør forskellige fusionsprocesser og herunder pointere temperaturens og stofsammensætningens betydning.

### *Elektromagnetisk stråling*

I behandlingen af astronomiske observationer af stjerner og gasskyer indgår tolkningen af observationsdata på basis af grundtræk ved strålingen fra et absolut sort legeme, herunder Wiens forskydningslov og Stefan-Boltzmanns lov, med henblik på bestemmelse af objekternes lysstyrke, grundstofsammensætning og effektive temperatur.

### *Sene udviklingsstadier*

Behandlingen af de sene udviklingsstadier kan bygge på udvalgte eksempler.

En omtale af nogle af de mere spektakulære fænomener og objekter som supernovaer, neutronstjerner, pulsarer og sorte huller kan i høj grad bidrage til, at emnet har en særlig appel til mange elever.

Kernestoffet omfatter allerede under området ”*Fysikkens bidrag til det naturvidenskabelige verdensbillede*” aspekter af grundstoffernes dannelseshistorie. Arbejdet med fusion i stjerner og deres sene udviklingsstadier giver en naturlig mulighed for en mere systematisk og uddybende behandling af dette emne, hvor eksempelvis neutronindfangning i s- og r-processer kan inddrages.

Vejledende eksempler på opgaver til den skriftlige prøve i fysik indenfor området Fysik i det 21. århundrede er offentliggjort på ministeriets netsted.

Martin Schmidt

Fagkonsulent i fysik (stx) og astronomi

[martin.schmidt@uvm.dk](mailto:martin.schmidt@uvm.dk)