

## Bildspelsmanus – Fysikpriset 2021 Om dolda mönster i klimatet och andra komplexa fenomen

### Nobelpriset i fysik

- Nobelpriset i fysik är ett av de fem priser som instiftades av Alfred Nobel och delas ut den 10 december varje år.
- Innan Alfred Nobel dog den 10 december 1896, skrev han i sitt testamente att den största delen av hans förmögenhet skulle användas till ett pris till ”dem, som hafva gjort menskligheten den största nytta”.
- Ett av de fem prisen skulle gå till “den som inom fysikens område har gjort den viktigaste upptäckt eller uppfinning”.



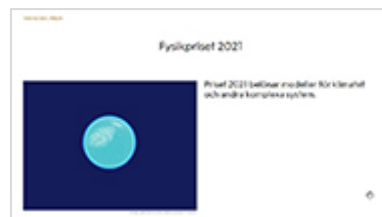
### Vilka belönas med fysikpriset?

- Nobelpriset i fysik ges alltså till personer som antingen gjort uppfinningar eller upptäckter inom området.
- Wilhelm Conrad Röntgen fick fysikpriset 1901 för upptäckten av röntgenstrålning och Roger Penrose, Reinhard Genzel och Andrea Ghez tilldelades priset 2020 för deras forskning om svarta hål.



### Fysikpriset 2021

- Vår värld är full av komplexa och oordnade fenomen och processer. Fysikpriset 2021 belönar modeller för att beskriva jordens klimat och andra komplexa system.



### 2021 års fysikpristagare

- Ena hälften av priset delas av Syukuro Manabe och Klaus Hasselmann, som utvecklade modeller för jordens klimat och gett tillförlitliga förutsägelser av global uppvärmning.
- Andra hälften av priset går Giorgio Parisi, som visat hur ordning och fluktuationer samverkar i fysikaliska system av olika storleksordning.



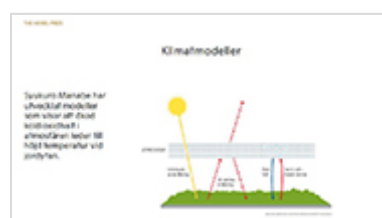
## Växthuseffekten

- Klimatet är ett exempel på ett komplext system. Det består av ett stort antal delar – luftens, markens och havets alla molekyler – som samverkar och påverkas av en mängd olika faktorer.
- En viktig faktor för klimatet är växthuseffekten. När solens strålar faller in mot jorden omvandlas de till infrarött ljus och värmestrålning som strålar ut från marken. Växthuseffekten innebär att så kallade växthusgaser i atmosfären, till exempel koldioxid, metan och vattenånga, tar upp utgående infraröd strålning och omvandlar den till värme.



## Klimatmodeller

- Under 1960-talet ledde Syukuro Manabe utvecklingen av fysikaliska modeller för jordens klimat. Modellerna gav en tydligare bild av hur ökad koldioxidhalt i atmosfären ger upphov till högre temperatur på jordytan.
- Manabe beaktade balansen mellan den solstrålning som faller in mot jorden och den strålning som avges som infrarött ljus och värmestrålning. Han beaktade också den transport av luftmassor i höjdlid som sker genom att varm luft stiger och kall luft sjunker. Här vägde han också in betydelsen av vattenångan i luften. Vattenånga är nämligen en kraftfull växthusgas.



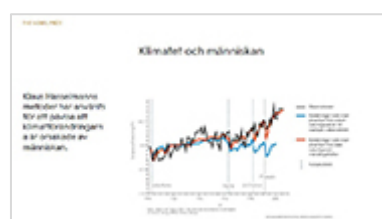
## Väder och klimat

- Väder är i stort sett omöjligt att förutsäga långt i förväg. Det beror på att det dels är omöjligt att ange väderdata för varje punkt i atmosfären och dels på att väderfenomen är kaotiska - små förändringar kan leda till stora förändringar senare.
- Klaus Hasselmann visade hur klimatet till skillnad från väder går att förutsäga. Det kaotiskt växlande vädret kan beskrivas som ett brus, som kan tas in i beräkningarna av klimatet. Slumpen är inbyggd i Hasselmanns klimatmodell.
- Detta kan illustreras med en hundpromenad. Hunden springer kors och tvärs och fram och tillbaka runt dig som går en någorlunda rak väg. Hunden betar sig som vädret och du som klimatet.



## Klimatet och människan

- Hasselmann utvecklade även metoder för att skilja på de avtryck som naturliga fenomen och mänskliga aktiviteter lämnar på klimatet. Hans metoder har använts för att påvisa att klimatförändringarna beror på utsläpp orsakade av människan.



## Oordnade och komplexa material

- När partiklarna i en gas kyls ned eller trycks ihop blir de först en vätska och sedan till en fast kropp. Ofta blir resultatet en kristall där partiklarna bildar ett regelbundet mönster. Men om förändringen går snabbt bildas ett oregelbundet mönster, som blir olika varje gång. Vad styr resultatet?
- Spelet "Råttfällan" ger en bild av fenomenet. När de olikfärgade runda träbrickorna trycks ihop bildas olika mönster varje gång.
- Giorgio Parisi upptäckte att det finns en dold struktur hos sådana komplexa system och fann ett sätt att beskriva dem matematiskt.



## Spinnglas

- Giorgio Parisi studerade ett material som kallas spinnglas. Detta är en typ av metallegeringar där till exempel järnatomer är slumpmässigt utspridda bland kopparatomer. Järnatomerna är som små magneter, som påverkas av atomerna i dess närhet.
- I ett spinnglas är det inte givet vilken riktning magneterna ska peka åt. Utifrån studierna av spinnglas utvecklade Parisi en teori för oordnade och komplexa system.



## Breda tillämpningar

- Parisi teorier går att tillämpa på många områden inom fysik, matematik, biologi, klimatforskning och datavetenskap. Exempelvis kan teorierna användas för att beskriva mönstren i en flock av flygande starar.

