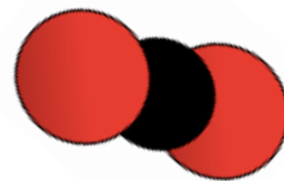


De kemiska reaktionerna som styr jordens klimat



För 3 miljarder år sedan fick jorden ungefär 80% av den värme vi nu får från solen. Då borde jordens medeltemperatur ha hamnat under 0 °C och planeten skulle ha varit täckt av is. Men klimatet var betydligt varmare det visar fynden av 3 miljarder år gamla fossiler av levande organismer. De skulle inte ha överlevt om jorden hade varit djupfryst. Hur kan vi förklara temperaturskillnaden?

För att kunna svara på den här frågan behöver vi känna till de två faktorer som styr jordens klimat:

- albedoeffekten,
- växthuseffekten.

Albedoeffekten

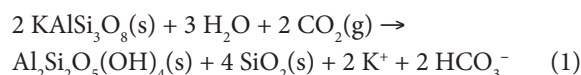
Värmeenergi mäts i enheten watt (W) eller arbete/tidsenhet (Nm/s). I snitt skulle varje kvadratmeter av jordens yta ta upp 342 W från solen om jorden hade varit helt svart. Eftersom jorden inte är helt svart kommer en del av värmeenergin från solen att speglas tillbaka (reflekteras) ut i rymden igen. Förmågan att reflektera värmeenergi kallas för *albedo*. Mörka ytor som hav och skog har lågt *albedo* och absorberar i hög grad värmeenergi från solen. Ljusa ytor som is och moln har högt *albedo* och reflekterar solens energi tillbaka ut i rymden. Jordens genomsnittliga albedoeffekt är 30%. Det innebär att varje kvadratmeter av jordens yta tar upp 239 W och reflekterar 103 W. Med albedoeffekten borde jordens medeltemperatur vara -18 °C men planeten har en medeltemperatur på +15 °C.

Växthuseffekten

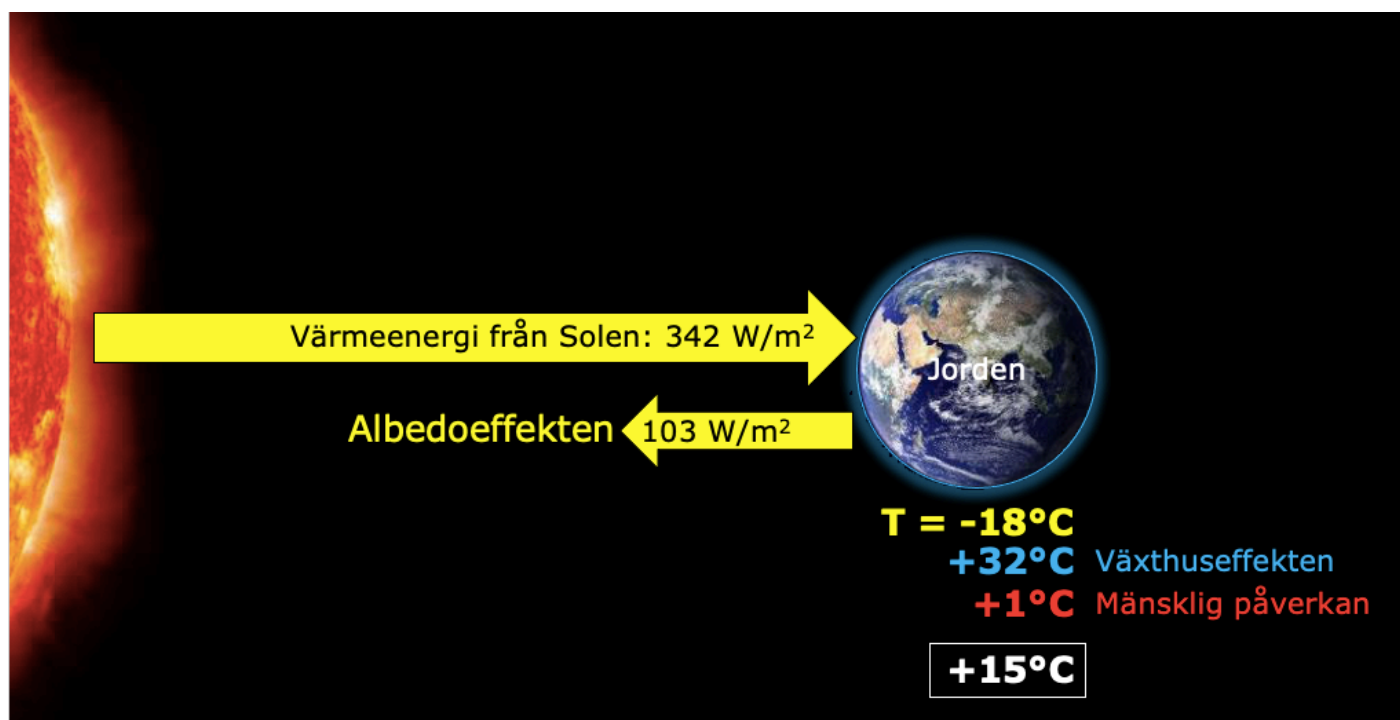
Temperaturskillnaden beror på växthuseffekten. Den naturliga växthuseffekten som utgörs av koldioxid och

andra viktiga växthusgaser ger en temperaturhöjning på 32 °C, vilket innebär att jordens medeltemperatur borde vara 14 °C. Den extra graden orsakas av växthusgaser, huvudsakligen koldioxid, som vi har släppt ut i atmosfären framförallt genom förbränning av kol, olja och naturgas, tillverkning av cement och av förändrad markanvändning.

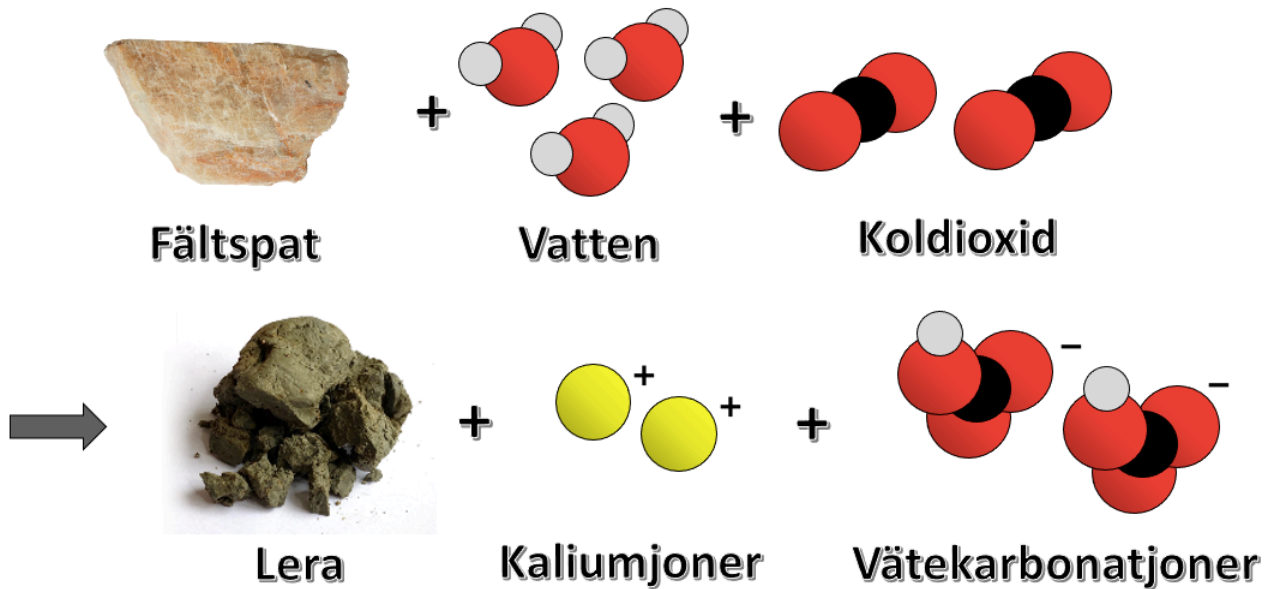
Nu kan man fråga sig om vad som händer när jorden får mer eller mindre värme från solen. Svaret är ”inte mycket”. Anledningen är att jorden har ett inbyggt temperaturregleringssystem. Systemet fungerar inom geologiska tidsrymder (hundratusentals år eller miljontals år) där koldioxid (CO₂) och vatten (H₂O) reagerar med vissa vanliga bergartsbildande mineral, t ex fältspat (KAlSi₃O₈) som finns i bl.a. bergarterna granit eller gnejs. Inom dessa geologiska tidsrymder löses fältspat upp. Produkterna är lera (Al₂Si₂O₅(OH)₄), kiseloxid (SiO₂), kaliumjoner (K⁺) och vätekarbonatjoner (HCO₃⁻). Upplösningsreaktionen kan se ut så här:



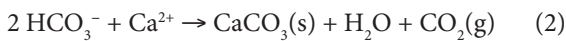
Vätekarbonatjoner (HCO₃⁻) är vattenlösliga och transporteras av floder till haven. Där sker en reaktion som leder till att en annan bergartsbildande mineral, kalcit (CaCO₃)



Figur 1: Jordens energibalans. (Bilder och data från NASA)



eller kalciumkarbonat, fälls ut. Utfällningsreaktion kan se ut så här:



Om man jämför de två reaktionerna kan man notera att reaktion 1 konsumerar 2 koldioxidmolekyler men den andra producerar bara 1 koldioxidmolekyl. I reaktionerna förbrukas alltså växthusgasen koldioxid från atmosfären.

Så hur kan reaktionerna reglera temperaturen? Regleringen beror på att reaktionshastighet är temperaturberoende. Om temperaturen stiger sker den första reaktionen snabbare. Då tas mer koldioxid bort från atmosfären, växthuseffekten minskar och jordens temperatur sjunker vilka leder till att reaktionen sker långsammare. varmed koldioxiden, som ursprungligen kommer från vulkaner, får vara kvar i atmosfären, växthuseffekten ökar och jordens

temperatur stiger. Och så vidare. Och på detta enkla sätt stabiliseras klimatet, vilket gör att livet har kunnat finnas på jorden i 3 miljarder år.

Problemet idag är att vi släpper ut koldioxid i atmosfären nästa 100 gånger snabbare än det naturliga flödet från vulkaner. De ovan nämnda kemiska reaktionerna är för långsamma och hinner helt enkelt inte med vårt utsläpp. Fördröjningen blir flera hundra tusentals år och resultatet är den pågående klimatkrisen.



Alasdair Skelton
 Professor i geokemi och petrokemi
 Stockholms universitet

