Övningen finns i två varianter, en enklare (till höger) för årskurs 4-6 och en mer avancerad för äldre elever.

Fotosyntes och cellandning

Lärarhandledning

Varifrån kommer molekylerna i fotosyntesen? Var tar atomerna vägen? I denna övning används kulor och äggkartongsformar för att konkretisera fotosyntes och cellandning.

Förkunskaper, syfte och lärandemål

Innan denna aktivitet behöver eleverna känna till fotosyntes och cellandning. **Syftet** med övningen är att göra dessa processer mer konkreta. Välj den enkla varianten för åk 4-6. Den mer avancerade varianten (visar att syret bildas av atomer från vatten) är för äldre elever. Inför övningen behöver eleverna ha förståelse för:

- begreppen atom och molekyl samt att syre, kol och väte representeras med olika färger och kemiska tecken
- att det finns olika former av energi (ljusenergi och kemisk energi)
- vad en klyvöppning är och vad som sker i dessa strukturer (gasutbyte)

Lärandemålen kan sammanfattas med att eleverna ska kunna redogöra för att

- växter behöver koldioxid, vatten och solljus för att fotosyntetisera
- solenergin gör att molekylerna kan reagera och bilda nya ämnen
- glukos är en stor energirik molekyl som växten kan använda som byggmaterial
- växter och djur kan få ut energin i glukos genom cellandning
- gasutbytet hos växter sker via klyvöppningarna och hos djur via lungorna

Tidsåtgång: Övningens tre delar tar ca 2 h. Förslag på upplägg (ca 60 min/lektion):

Lektion 1: repetera fotosyntesbegreppet, genomför del 1, svara på tillhörande frågor. Spara de färdigbyggda glukosmolekylerna till nästa lektion.

Lektion 2: repetera begreppet cellandning, genomför del 2 och 3, svara på tillhörande frågor. Sammanfatta övningen, både fotosyntes och cellandning.

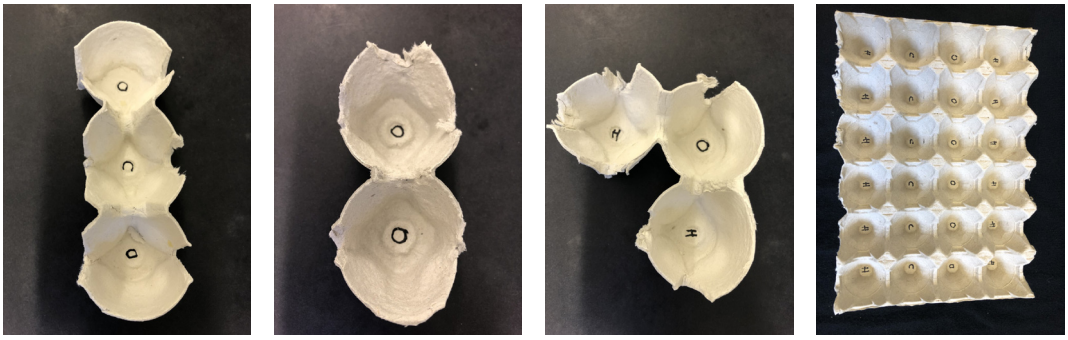
Förberedelser

Inför övningen behövs en del material förberedas och ställas ut på olika platser i klassrummet. Här anges åtgång av materialet per grupp (3-4 elever).

Material

- Flirtkulor. 6 st svarta, 18 st röda samt 12 st vita per grupp. Svarta och röda lite större (40mm) och vita (30mm). Om det är svårt att få tag i svarta kulor kan man beställa vita som man sedan målar med exempelvis svart akrylfärg.
- Äggkartonger (kan beställas i 20-pack, då behövs ca 2,5 plattor per grupp). De klipps till följande former för koldioxid, syrgas, vatten och glukos:

6 st CO_2 | 6 st O_2 | 6 st H_2O | 1 st $C_6H_{12}O_2$ (glukos)



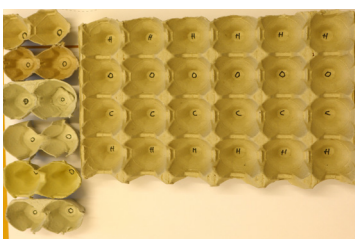
- Elevinstruktioner (pdf). Ett tips är att skriva ut ett häfte i A3-format så blir det enklare för alla i gruppen att se och följa med i övningen.
- Utskriftsmaterial till energilappar (pdf). Skriv ut dubbelsidig A4 i färg. Till 10 grupper behövs ca 5 ark. Klipp isär lapparna.
- Utskriftsmaterial till kloroplast (pdf). Skrivs ut som A3. Finns i två varianter, en för en enklare variant av övningen, en för ett lite mer avancerat upplägg.
- Skyltar (pdf) märkta med: *Klyvöppning*, *Stjälk/rötter* och *Lungor*. Skriv ut i A3 för att markera olika platser i klassrummet, eller i mindre format om eleverna bara ska arbeta vid sitt bord (inte röra sig så mycket i klassrummet).

Placering av material

Om du vill att eleverna rör sig i rummet, sätt upp skyltar för klyvöppning, respektive stjälk/rötter på lämplig plats i klassrummet. Om eleverna ska arbeta kring ett eget bord kan mindre skyltar läggas ut där.

Per grupp ska det finnas

- 6 st fyllda CO_2-mallar vid *Klyvöppning*.
- 24 st “energilappar”, sidan solenergi uppåt, vid fönster (eller lampa)
- 6 st fyllda H_2O-mallar vid *Stjälk/rötter*.
- 6 st tomma O_2-mallar
- 1 st tom $C_6H_{12}O_2$-mall
- 1 st låda (exempelvis ett äggkartongslock)
- En utskrift av *kloroplast* (enkel eller avancerad)



© Nationellt resurscentrum för biologiundervisning • 2026 • www.bioresurs.uu.se

Del 1 Fotosyntes

Två tydliga rekommendationer, efter utprövning i många lärargrupper, gäller både om du väljer en enklare eller mer avancerad modell av övningen:

- **Gör övningen ett varv tillsammans.** Som lärare läser man då en punkt i taget i instruktionen och eleverna gör det som beskrivs innan nästa punkt läses. Detta underlättar för eleverna att sedan följa instruktionerna själva i gruppen.
- **Bestäm roller i grupperna.** Om eleverna får olika ansvarsområden inom gruppen flyter arbetet ofta på bättre. En får ansvar för att hämta koldioxid, en annan hämta vatten, en tredje solenergilappar och en fjärde ansvarar för att det som ska göras på bordet görs enligt instruktion. Eftersom instruktionen upprepas flera gånger kan eleverna byta ansvarsområde efter ett par rundor så att alla får testa de olika rollerna.

Förslag på upplägg

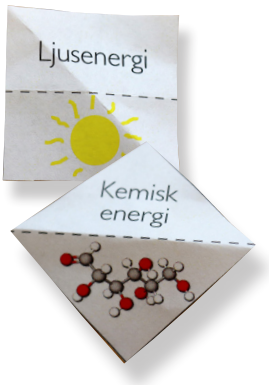
Dela ut instruktionerna samt frågorna till del 1, fotosyntes. Inled sedan med att förklara exempelvis följande:

Tänk att skolan föreställer ett blad. Klassrummet är en cell och varje grupp ska nu sköta jobbet, fotosyntesen, som sker i kloroplasterna (bänkarna). Detta kan vara ett sätt att stötta eleverna i vilken organisationsnivå vi befinner oss på (förstoring/inzoomning). Säg att uppgiften är att bygga glukos, ett slags socker (visa eventuellt en bild/modell på glukos). Påminn om kemiska beteckningar och vilka färger som används för väte (H, vitt), kol (C, svart) och syre (O, röd).

Förklara att kolatomerna i glukosmolekylen kommer från CO_2-molekylerna och att dessa finns i luften. Hos växter kommer gaser in via klyvöppningarna (visa var denna station finns i rummet). Nämn eventuellt att även syreatomerna i glukosen kommer från CO_2-molekylerna.

Berätta att väteatomerna kommer från H_2O-molekylerna och att växter tar upp vatten genom rötterna och transporterar det via stjälken till bladet (visa var denna station finns i rummet). Visa energilapparnas två olika sidor, ljusenergi repektive kemisk energi. Visa sidan med ljusenergi och vik sedan lappen till en triangel och förklara att den nu representerar kemisk energi som lagras i glukosmolekylerna. Säg att de ska lägga dessa ihopvikta energilappar under atomerna som byggs in i glukosmolekylen. Använd gärna begreppet energiomvandling. Lägg energilapparna på ett ställe i klassrummet där eleverna kan hämta dem (till exempel i ett fönster), eller låt eleverna ha en hög av energilappar på bänken.

Kör sedan ett varv av instruktionen tillsammans med klassen (se råd ovan).



Låt eleverna arbeta i grupp och upprepa övningen tills de byggt klart en hel glukosmolekyl. När ni har flera glukosmolekyler i rummet är det bra att i ett ”lärarstopp” visa på hur växten kan använda dem till att bygga större molekyler (flera fyllda äggkartonger kan läggas intill varandra). Ett vanligt missförstånd handlar om att man ser fotosyntesen främst som en process som handlar om ett gasutbyte (”koldioxid blir syrgas”). Betona alltså gärna glukos som byggmaterial här.

Förklara att växten bara kan använda ljusenergi till fotosyntes, men att växter behöver energi till mycket annat för att fungera. Energi till sådana andra processer kan växten få genom att bryta ner glukos (cellandning, se Del 2).

Summera övningen utifrån frågorna som finns till den variant på övningen ni använt (enkel respektive mer avancerad). Svarsförslag finns sist i lärarhandledningen.

Del 2 Cellandning hos växter

Eleverna har efter del 1 byggt en fylld modell av en glukosmolekyl samt har tomma molekylmallar för CO_2 och H_2O. Om eleverna introducerats till övningen via del 1 brukar denna del kunna genomföras mer självständigt av eleverna.

Förklara att förutom att fungera som byggmaterial är glukos även ett slags energilager för växten. Säg till eleverna att nästa uppdrag är slutfört när hela glukosmolekylen är använd och de tomma mallarna är fyllda med kulor och återgivna till luften som avfallsprodukter.

När eleverna fyller på de tomma mallarna för koldioxid och vatten kommer det att fattas syre. I instruktionen ges en ledtråd till att de kan hämta detta från klyvöppningsstationen. Även vattenmolekylerna hamnar nu i ”luften”. Här kan man eventuellt knyta an till vattnets kretslopp.

Energilapparna som plockas ur symboliserar att växten nu fått energi som kan användas till olika saker. Det kan vara svårt att veta vad en växt kan behöva energi till. Några exempel är att det kostar energi att bygga ihop flera glukosmolekyler med varandra (jämför beskrivning av glukos som byggmaterial till större molekyler i del 1). Växter bygger också proteiner genom att koppla ihop aminosyror (proteinsyntes), vilket också är energikrävande. Andra exempel är aktiv transport, exempelvis upptag av näringsämnen via rötterna.

Här kan det vara intressant att zooma ut (organisationsnivåer) och se på en växt som en helhet med blad, blommor, stjälk och rötter. Hur fungerar det om det behövs energi i rötterna? Glukos som bildas i bladen där fotosyntesen sker kan transporteras via kanaler (ledningsvävnad, floem) ner till rötterna, eller till en blomma där pollinering kanske har skett och det ska byggas en frukt.

Sammanfatta övningen med stöd av frågorna som finns i elevinstruktionen. Svarsförslag till frågorna ges sist i lärarhandledningen.

Del 3 Cellandning hos djur

Ta ner skyltarna ”Stjälk/rötter” och ”Klyvöppning”, och sätt istället upp en station för ”Lungor” där det finns syrgasmolekyler.

Be eleverna att bygga ihop glukosmolekylen igen, lägga en energilapp under varje atom samt se till att de har 6st tomma CO_2- mallar och 6st tomma H_2O-mallar.

Säg att klassrummet nu är en djurkropp och att bänken är en djurcell. Djurcellen måste också förbränna glukos för att frigöra energi så att djuret till exempel kan röra sig och hålla kroppstemperaturen.

Precis som hos växter kommer CO_2 och H_2O att frigöras. Fråga eleverna vad mer än glukos djuret behöver för denna process (syre) och var den får detta ifrån (genom att andas in det).

På samma sätt som i del 2 visar energilapparna som frigörs när glukosmolekylen bryts ned att djurcellen nu får tillgång till energi. Här brukar det vara enklare att ge förslag på vad ett djur behöver energi till (rörelse, hålla värmen).

© Nationellt resurscentrum för biologiundervisning • 2026 • www.bioresurs.uu.se

Sammanfatta fotosyntes och cellandning

Fånga upp elevernas frågor om fotosyntes och cellandning efter att de genomfört övningen. Betona gärna att cellandningsprocessen sker hos både växter och djur. Begreppen andning/respiration och cellandning kan gärna redas ut. Respiration/andning är inte en kemisk reaktion utan avser utbytet av gaser mellan celler och den omgivande miljön. Hos växter sker detta via klyvöppningar och hos djur via lungorna (eller andra organ).

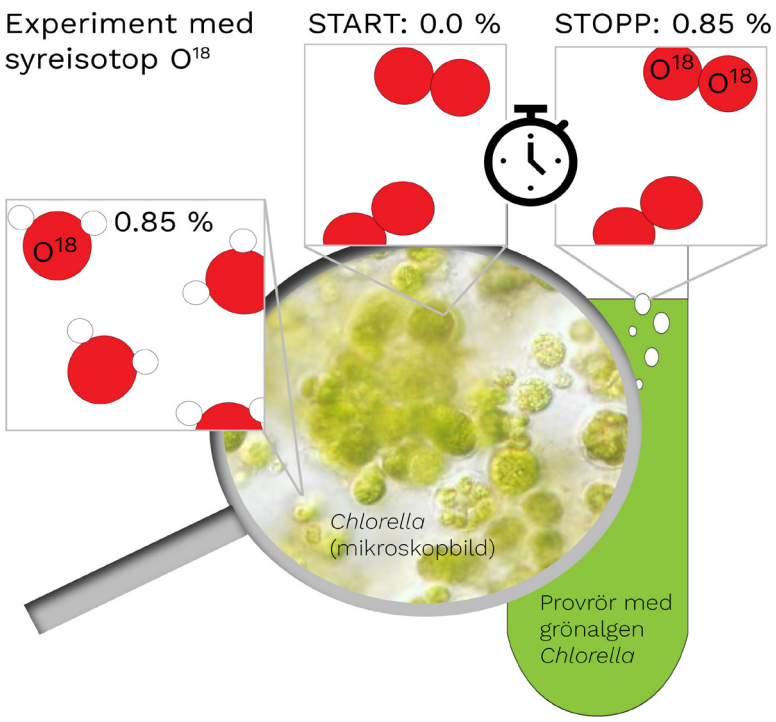
Cellandning däremot är en kemisk reaktion där bindningarna mellan atomerna i glukosmolekyler bryts och nya ämnen (vatten och koldioxid) bildas. När detta sker frigörs den lagrade energin.

Varifrån kommer syret?

Hur fotosyntes och cellandning fungerar på cell- och molekylär nivå tar vi inte upp här. Men en ”detalj” har vi försökt belysa i den avancerade varianten av övningen, nämligen att atomerna i de syrgasmolekyler som avges via fotosyntesen kommer från vattenmolekylerna. Det är välkänt att elever ofta tänker att gaserna bara ”byter plats”. Syftet med att visa på att så inte är fallet är att övningen ska bidra till att eleverna får ett annat perspektiv på fotosyntes som process.

Men hur vet vi att syret kommer från vattnet? Det kunskapen växte fram med ett klassiskt experiment som genomfördes under 1940-talet. Forskarna odlade grönalger (släktet *Chlorella*) i vatten (se bild nedan). Vid försökstillfället lade man grönalgerna i vatten där syreatomen i vattenmolekylerna bestod av en ovanlig syreisotop (syre-18).

Innan grönalgen placerades i det vattnet bestod all syrgas av vanliga syreisotoper (syre-16), men efter en stund bestod 0.85% av syrgasen av syre-18-atomer. Slutsatsen blev att syrgas bildas utav syreatomer från vattenmolekyler.



Illustrationen av Nationellt resurscentrum för biologiundervisning (Bioresurs) utifrån artikeln: Ruben, S., Randle, M., Kaman, M. & Hyde, J. L. (1941). Heavy oxygen (O^{18}) as a tracer in the study of photosynthesis. *Journal of American Chemical Society* 63, 877–879. https://doi.org/10.1021/ja01848a512

Didaktisk forskning om fotosyntesundervisning

Att det är svårt att undervisa och lära sig om fotosyntes är både välkänt och fortfarande aktuellt inom forskningen. I en svensk kontext tog exempelvis projektet NORDLAB (Anderson med flera, 2003) fram testuppgifter för att kartlägga elevers olika uppfattningar om fotosyntes. Och hur man kan designa undervisning för ökad förståelse för fotosyntes som en livsviktig process var nyligen ämnet för en svensk avhandling (Eriksson, 2025). Lektionerna presenteras i artikeln *Fotosyntes – engagera med praktiska moment* (Bi-lagan nr 1 2026).

En litteraturöversikt om undervisning om växter för allt från yngre elever till universitetsstudenter för perioden 2000-2022 (Pedrera med flera, 2024) ger exempel på svårigheter. Tre sådana är att det är svårt:

- att förstå att växter tar upp merparten av den materia som de skapar via fotosyntes från osynlig gas (koldioxid). Det är vanligt att man tror att materian främst kommer från jord och vatten.
- att de begrepp man använder har olika innebörd i vardagen respektive inom biologin vilket kan hindra lärandet. Exempelvis näring och energi.
- att förstå att växter också cellandas. Det är vanligt att man tror att växter har fotosyntes och djur har cellandning.

Forskningen pekar på att lärare behöver hjälpa elever att få syn på dessa tankesätt så att de kan bygga en mer korrekt förståelse. Det tycks också vara viktigt att undervisningen innehåller en variation av aktiviteter där elever både får använda vetenskapliga arbetssätt, träna fakta och hur man tänker vetenskapligt. Författarna avslutar sin sammanfattning med:

”... no fully satisfactory and definitive approach or strategy has been identified in terms of addressing the teaching-learning difficulties .... ”

Concept cartoons nämns som användbara i kombination med andra aktiviteter. Vanligtvis ges fyra påståenden att ta ställning till (se Skolverket). Atchi med flera (2025) har prövat flera concept cartoons för olika aspekter av växters fotosyntes. Sist i denna lärarhandledning visas en bild med en rad olika påståenden. Till bilden finns korta kommentarer som kan användas när man vill lyfta och diskutera olika tankesätt.

Källor

Övningen har utvecklats med inspiration av *Modeling Photosynthesis and Cellular Respiration* (California Academy of Sciences): www.calacademy.org/educators/lesson-plans/modelling-photosynthesis-and-cellular-respiration

Andersson, B. med flera. 2003. Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel. Projekt NORDLAB-SE. https://gupea.ub.gu.se/server/api/core/bitstreams/922086bd-7d54-43dd-872b-6b6dde9cb488/content

Atchia, S. M. C., & Gunowa, M. (2025). Use of concept cartoons within the conceptual change model to address students’ misconceptions in biology: a case study. Journal of Biological Education, 59(1), 162–180. https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2308305

Eriksson, A. 2025. Kraftfull kunskap om fotosyntes transformerad till undervisningsinnehåll via ett ramverk för fotosynteslitteracitet https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A2013815&dswid=7297

Pedrera, O., Barrutia, O., & Díez, J. R. (2024). Rooting out teaching-learning difficulties of plant nutrition: a systematic literature review. Studies in Science Education, 1–36. https://doi.org/10.1080/03057267.2024.2442243

Svarsförslag till frågor (enkel modell)

Del 1, fotosyntes:

- Växtcellens kloroplast behövde **tre** saker för att utföra fotosyntes. Vilka?

  Koldioxid, vatten och ljusenergi.

- Varifrån kom atomerna som bildade glukosen?

  Från vatten- och koldioxidmolekylerna.

- Varifrån kom syreatomerna som bildade syrgasen?

  Från vattenmolekylerna.

- Vart tog syrgasen vägen?

  Den släpptes ut via klyvöppningarna.

- Vad hände med ljusenergin?

  Den omvandlades till kemiskt bunden energi.

- Vad i övningens olika material ska likna det som klorofyll för i fotosyntesen? Förklara varför eller varför inte du tycker att de olika alternativen (A-D) passar in på vad klorofyllet har för roll i fotosyntesen:

  A. den stora äggkartongen
  Stämmer inte med klorofyll. Äggkartongen används för att visa glukos.

  B. de tomma mallarna som blir över när vi bildat glukos
  Stämmer inte med klorofyll. Visar bara att vatten och koldioxid har reagerat.

  C. lådan där vi häller ut kulorna
  Stämmer ganska bra. Vi lade ljusenergilapparna i lådan. Klorofyll fångar in ljusenergin. Vi hällde ut alla kulor i lådan. Det skulle visa att ljusenergin gjorde att atomerna lossnade från varandra.

  D. ljusenergilapparnas sida med en sol på
  Stämmer inte. Det visar bara att det finns solljus eller ljusenergi.

Svar på frågorna del 2, cellandning hos växter:

- Vad tror du händer med koldioxiden som har bildats?

  Den släpps ut till luften via växtens klyvöppningar

- Vad tror du händer med vattnet som har bildats?

  Det återanvänds i cellerna och överskottet släpps ut via klyvöppningarna.

- Förutom glukos behövde växtcellen en sak till för att kunna utföra cellandning. Vad? *Syre.*

- Vad kan växten använda energin till? Ge flera exempel.

  Växten behöver energin till alla processer i cellerna. För att kunna växa, bilda nya blad, blomma och bilda frön.

Svar på frågorna del 3, cellandning hos djur:

- Vad tror du händer med koldioxiden som har bildats?

  Koldioxiden transporteras med blodet till lungorna och andas ut.

- Vad behöver djur göra, till skillnad från växter, för att kunna utföra cellandning?

  Djur måste äta för att få i sig energirika ämnen.

- Vad kan djur behöva använda energin till som de får från glukosen? Ge exempel.

  Även djur behöver energin till alla processer i cellerna. För att kunna växa, tänka, röra sig osv.

Svarsförslag till frågor (avancerad modell)

Del 1, fotosyntes:

- Växtcellens kloroplast behövde **tre** saker för att utföra fotosyntes. Vilka?

  Koldioxid, vatten och ljusenergi.

- Varifrån kom kolatomerna till glukosmolekylen?

  Från koldioxidmolekylerna.

- Varifrån kom väteatomerna till glukosmolekylen?

  Från vattenmolekylerna.

- Varifrån kom syreatomerna som bildade syrgasen?

  Från vattenmolekylerna.

- Vart tog syrgasen vägen?

  Den släpptes ut via klyvöppningarna.

- Vad hände med ljusenergin?

  Den omvandlades till kemiskt bunden energi.

- Vilken av reaktionsformlerna A och B i bilderna nedan stämmer bäst med fotosyntesen så som ni genomförde den i övningen? Motivera!

  Reaktionsformel A. Övningen startar med en vattenmolekyl på plats och en till vattenmolekyl hämtas i varje runda i övningen. Totalt går det då åt 12 vattenmolekyler. Varje runda bildades det en vattenmolekyl, det visas med de sex vattenmolekylerna till höger om reaktionspilen. Reaktionsformel B stämmer om man förenklar och bara tar med de vattenmolekyler vars väten behövs i glukosmolekylen. I den förenklade reaktionen stämmer det inte riktigt om vi antar att alla atomer som ingår i den bildade syrgasen ska komma från vattenmolekylerna.

Svar på frågorna del 2, cellandning hos växter:

- Vad tror du händer med koldioxiden som har bildats?

  Den släpps ut till luften via växtens klyvöppningar. Om växten samtidigt kan köra fotosyntes så kan den bildade koldioxiden användas i den processen.

- Vad tror du händer med vattnet som har bildats?

  Det återanvänds i cellerna och överskottet släpps ut via klyvöppningarna.

- Förutom glukos behövde växtcellen en sak till för att kunna utföra cellandning. Vad?

  Syre.

- Vad kan växten använda energin till? Ge flera exempel.

  Växten behöver energin till alla processer i cellerna. För att kunna växa, bilda nya blad, blomma och bilda frön.

Svar på frågorna del 3, cellandning hos djur:

- Vad tror du händer med koldioxiden som har bildats?

  Koldioxiden transporteras med blodet till lungorna och andas ut.

- Vad behöver djur göra, till skillnad från växter, för att kunna utföra cellandning?

  Djur måste äta för att få i sig energirika ämnen och andas in syre.

- Vad kan djur behöva använda energin till som de får från glukosen? Ge exempel.

  Även djur behöver energin till alla processer i cellerna. För att kunna växa, tänka, röra sig osv.