



FACIT OCH KOMMENTARER

**TESTA DIG SJÄLV, FINALEN OCH
PERSPEKTIV**

FACIT TILL TESTA DIG SJÄLV

TESTA DIG SJÄLV 10.1

FÖRKLARA BEGREPPEN

• **atom**

Liten byggsten som all materia är uppbyggd av.

• **elektron**

Negativt laddad partikel.

• **partikelaccelerator**

Maskiner som byggdes i syfte att försöka se djupare in i materien.

• **atomkärna**

Kompakt kärna bestående av protoner och neutroner.

1. a) För 2 500 år sedan trodde man att atomerna var odelbara.
b) Idag vet man att atomer har mindre delar.
2. a) Einstein
b) Att atomteorin slutgiltigt accepterades.
3. Rutherford skickade positiva partiklar mot guldfolie. De flesta gick rakt igenom men ibland fick de en ny riktning eller studsade tillbaka. Atomer tycks bestå av mest tomrum, men har en kompakt kärna.
4. Engelsmannen J.J. Thomson visade att atomen består av mindre delar, bland annat elektroner.
5. Några exempel:
 - Atomteorin bekräftades.
 - Man upptäckte att atomer inte är odelbara utan består av atomkärna och elektroner.
 - Röntgenstrålning upptäcktes.

TESTA DIG SJÄLV 10.2

FÖRKLARA BEGREPPEN

• jon

En atom med för många eller för få elektroner.

• atomnummer

Anger hur många protoner som finns i atomkärnan.

• masstal

Summan av antalet protoner och neutroner i en atomkärna.

• isotoper

Atomer med samma antal protoner men med olika antal neutroner.

1. En atom består av positivt laddade protoner, oladdade neutroner och negativt laddade elektroner.
2. 2 st
3. Alla atomer är elektriskt neutrala, det vill säga de har ingen laddning alls.
4. a) De har samma antal protoner.
b) De har olika antal neutroner.
5. 12 st
6. a) Kärnan har 12 protoner och 11 neutroner.
b) I K-skalet är det 2 st elektroner, i L-skalet 8 st och i M-skalet 2 st.
7. Vilken färg ljuset får beror på hur "långa hopp" som elektronerna i en atom gör. Ju längre hopp, desto mer energirik strålning. Blått ljus avges vid långa hopp, medan rött ljus avges vid korta hopp.
8. Röntgenstrålning används för att se igenom hud och muskler och få en bild av skelettet, till exempel när man har brutit armen eller ska undersöka tändernas rötter.

(Uppgift 9–10 endast grundboken)

9. Kärnan innehåller fyra partiklar som var och en har 2 000 ggr så stor massa som en elektron. Hela kärnan har alltså 8 000 ggr så stor massa som en elektron. Men eftersom atomen har två elektroner så är kärnans massa 4 000 ggr så stor som elektronernas sammanlagda massa.
10. På en sekund hinner man lägga $2,5 \cdot 10^{-11}$ mm. Att lägga 1 mm tar $1/(2,5 \cdot 10^{-11}) \text{ s} = 4 \cdot 10^{10} \text{ s} \approx 1\,270 \text{ år}$.

TESTA DIG SJÄLV 10.3

FÖRKLARA BEGREPPEN

- **alfastrålning**
Består av positivt laddade alfapartiklar.
- **betastrålning**
Består av elektroner.
- **gammastrålning**
Energirik elektromagnetisk strålning.
- **joniserande strålning**
Gemensamt namn för alfa-, beta- och gammastrålning.
- **halveringstid**
Ett mått på hur fort ett ämne sönderfaller.
- **dosimeter**
Mäter radioaktivitet.
- **bakgrundsstrålning**
Strålning vi ständigt träffas av. Bakgrundsstrålningen kommer från bland annat marken och rymden.
- **radonhus**
Hus som består av byggnadsmaterial som innehåller ämnet radon.
- **stråldos**
Anger hur mycket strålning som vi utsätts för. Stråldos mäts i millisievert.

1. Gammastrålning
2. Gammastrålning är samma slag av strålning som ljus och består alltså inte av partiklar som alfa- och betastrålning gör.
3. a) Såväl antalet protoner som neutroner minskar med 2.
b) Antalet protoner ökar med 1 medan antalet neutroner minskar med 1.
4. En becquerel är lika med ett sönderfall per sekund i ett radioaktivt ämne.
5. Man kan ventilerar bort radonpariklarna med hjälp av exempelvis en fläkt.
6. Ca 18 min

(Uppgift 7–9 endast grundboken)

7. a) ${}_{-1}^0\text{e}$, betastrålning
b) ${}_{88}^{224}\text{Ra}$, alfastrålning
c) ${}_{2}^4\text{He}$, alfastrålning
8. a) Betastrålning uppkommer genom att en neutron omvandlas till en proton och en elektron. Elektronen lämnar kärnan i form av betastrålning.
b) ${}_{0}^1\text{n} \rightarrow {}_{1}^1\text{H} + {}_{-1}^0\text{e}$
9. 20 min

TESTA DIG SJÄLV 10.4

FÖRKLARA BEGREPPEN

- **fission**
Kärnklyvning
- **fusion**
Lätta atomer slås ihop och bildar tyngre atomer.
- **kedjereaktion**
Att varje reaktion leder till flera nya reaktioner.
- **generator**
Alstrar ström genom att omvandla rörelseenergi till elektrisk energi.
- **styrstavar**
Styr hur snabbt kedjereaktionen ska ske genom att dra åt sig neutroner.
- **turbin**
Skapar rörelseenergi av het vattenånga.
- **moderator**
Hindrar neutronerna i reaktorn att nå för hög fart.

1. Uran
2. I bränslestavarna
3. • Vattnets bromsar neutronernas hastighet (moderator).
• Genom kärnklyvningarna upphetas vattnet. Den ånga som bildas leds till en turbin som i sin tur driver en generator.
4. I Sverige finns kärnkraftverk i Forsmark, Oskarshamn och i Ringhals. Det har även funnits två kärnreaktorer i Barsebäck men de har stängts ner (1999 och 2005).
5. Om en reaktor skulle behöva snabbstoppas så skjuts styrstavarna blixtnabbt in i reaktorn. Styrstavarna består av ämnen som drar åt sig neutroner. När de skjuts in vid ett snabbstopp upphör kärnklyvningarna helt i brist på neutroner.
6. Den första atombomben släpptes över staden Hiroshima i Japan den 6 augusti 1945. Den andra släpptes över Nagasaki i Japan tre dagar senare.
7. Albert Einstein
8. Massan är mindre efter reaktionen än före.

(Uppgift 9–12 endast grundboken)

9. ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}$
10. ${}^1_1\text{H} + {}^7_3\text{Li} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$
11. $E = 0,003 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \text{ J} = 2,7 \cdot 10^{14} \text{ J}$
12. Svaret i bägge fallen är ja. Detta beror på att vi i det ursprungliga stadiet (laddat batteri, varmt strykjärn) har ett högre energiinnehåll och därmed högre massa. Men skillnaden i massa är inte mätbar.

PERSPEKTIV

En kärnkraftsreaktor motsvarar 500 vindkraftverk!
Effekten hos en typisk svensk kärnkraft är 1 000 MW. Motsvarande effekt hos ett vindkraftverk är 2 MW. Det betyder att en kärnkraftsreaktor producerar lika mycket energi som 500 vindkraftverk.

Upplever du kärnkraften som säker?
Ett antal allvarliga olyckor har under åren inträffat. Tjernobyl i Ukraina, Three Mile Island i USA och Fukushima i Japan är tre exempel. Samtidigt påstår kärnkraften minst antal människor i relation till den mängd energi som produceras. Flest antal liv förhållande till energimängd sködar utvinning och användning av kol. Bilden visar när tsunamin sköljer in över kärnkraftverket i Fukushima.

fråga
• Hur många reaktorer har vi i Sverige idag?
• I vilken utsträckning kan vindkraften ersätta kärnkraften?

KÄRNENERGI – FÖRDELAR OCH NACKDELAR

Uran finns i Sverige
Uran är ingen förnybar energikälla. Men tillgången på uran i världen anses stor i förhållande till vad som behövs för världens kärnkraftverk. Vi importerar omkring 1 500 ton uran varje år. Flest från Kanada och Australien. Bilden visar uranbrytning i Australien. Men uran exporteras också av länder som Sydafrika, Namibia, Kazakstan, Uzbekistan och Ryssland.

fråga
• Är det rätt att använda uran från andra länder trots att vi har uran i Sverige?
• Varför tror du att vi inte använder svenskt uran?

Hur tar vi bäst ansvar för det radioaktiva avfallet?
Allt radioaktivt avfall specialhanteras i lämpligt avfall, till exempel anströskade, måste förvaras i 50 år. Mer radioaktivt avfall, som kan vara filter och verktyg, måste förvaras 500 år i betongklädd. Det högaktiva bränslet från reaktorn måste först förvaras i vattenbassänger i 40 år och sedan skutförvaras i 100 000 år. Planen är att skutförvaringen ska ske genom att bränslet gjuts in i kopparkärlar och placeras i utgrävningar vid Forsmark.

fråga
• 100 000 år är en väldigt lång tid. Men vad vill du bäst ansvar för kommande generationer?
Alternativ 1: Regel skutförvar i lagom avstånd från plan för att inte behöva några generationer med "bort" avfall.
Alternativ 2: Att fortsätta att medverka till avfall i världens på en annan säkare klänning för skutförvar. Vad tycker du?

PERSPEKTIV – KÄRNENERGI - FÖRDELAR OCH NACKDELAR

Källor till texterna är i huvudsak Energimyndigheten, Svensk kärnbränslehantering, Strålsäkerhetsmyndigheten och Vattenfall. Syftet är att skapa samtal och diskussion kring några av de viktigaste aspekterna: kärnkraftens höga effekt, risken för olyckor, tillgången av uran och var den utvinns samt hantering av avfallet. I samtalen kan eventuellt Tysklands beslut att stänga ner kärnkraften tas med. Kommer Tyskland klara att förse alla elanvändare med elenergi, ingen vet med säkerhet. Och kommer de hålla kvar vid sitt beslut under åren som går, ingen vet förstås?

- *Hur många kärnkraftsreaktorer har vi i Sverige i dag?*

Vi har 12 kärnkraftsreaktorer, men Barsebäck 1 och 2 är stängda sedan många år. Det innebär att vi har 10 kärnkraftsreaktorer i drift.

- *I vilken utsträckning kan vindkraftverk ersätta kärnkraft?*

Det är inte så enkelt som det kan se ut. De två främsta utmaningarna är att det krävs upptill 500 vindsnurror för att ersätta varje reaktor. Nya vindkraftverk har allt större effekt så antalet som behövs kommer bli mindre. Den andra utmaningen är att det inte alltid blåser. Vindkraft behöver energikällor som träder in direkt när det slutar blåsa. Och den bästa energikällan för detta ändamål är vattenkraften. Men den kan ju inte ersätta hur mycket vindenergi som helst, när vinden upphör. Därför utgör kärnkraften fortfarande en viktig del i vår energiförsörjning. Den behövs för att vattenkraftens balansfunktion ska fungera bra.

- *Är det rätt att använda uran från andra länder, trots att vi har uran i Sverige?*

En synnerligen svår fråga, men viktig. Använda gärna elevernas syn som det framtida svaret på frågan. Gårdagens och dagens generationer har uppenbarligen svarat ja hittills, men vad svarar kommande generationer på frågan?

- *Varför tror du att vi inte använder svenskt uran?*

En fortsättning från förra frågan. Hämta gärna några klipp från 1970-talet när brytning av uran var aktuell nära Skövde på berget Billingen, men avbröts på grund av protester. Fråga gärna eleverna hur de tolkar skildringarna från 70-talet. Sök på "Ranstad".

- *Hur säker upplever du kärnkraften?*

Försök få eleverna att nyansera vad som menas med "säker" och hur deras bild ser ut av vad som kan inträffa. Hur mycket av deras tankar riktas mot olyckor av slaget Tjernobyl och Fukushima och hur mycket riktas mot säker drift och hanteringen av det radioaktiva avfallet och ansvaret mot kommande generationer?

- *Tycker du att vi ska ha kärnkraft i Sverige?*

Det är viktigt att eleverna får känna efter hur det är att ta ställning, men lika viktigt är ju att hjälpa eleverna att bygga upp sina argument som leder till att de tar ställning.

100 000 år är en väldigt lång tid. Vem vet vad som händer med berget under så lång tid. På vilket sätt tar vi bäst ansvar för kommande generationer? Vad tycker du?

Alternativ 1: Bygga slutförvar i berggrunden enligt plan för att inte belasta nästa generation med "vårt" avfall?

Alternativ 2: Att fortsätta att mellanlagra allt avfall i väntan på en ännu säkrare lösning för slutförvar.

Även det här är ju en övning i att ta ställning, genom att bygga upp sina argument. Viktigt att varje elev får känna känslan, och kanske svårigheten, att skapa sina egna argument för det ena alternativet och för det andra och sedan jämföra. Ett av målen i naturvetenskap är ju just att utveckla elevernas förmåga att bygga egna argument i samhällsfrågor, argument som vilar på erövrade kunskaper.

FACIT TILL FINALEN

1. 1 - F Fusion innebär kärnsammanslagning
 2 - D En neutron saknar laddning
 3 - A Atomnummer är detsamma som antal protoner i kärnan
 4 - G Stråldos mäts i millisievert
 5 - H Styrstavar finns i en reaktor
 6 - C Fission innebär kärnklyvning
 7 - E Betastrålning består av elektroner
 8 - B En dosimeter registrerar strålning

2. a) B (men även A är ett korrekt svar eftersom det är en väteatom som har fått en extra elektron.)
 b) Protoner, neutroner och elektroner
 c) Antalet protoner, atomnumret, avgör vilket grundämne det är. Alla atomer (isotoper) av samma grundämne har samma antal protoner.

3. a) En atom är elektrisk neutral, medan en jon är en atom med antingen fler eller färre elektroner än protoner.
 b) Alfa-, beta- och gammastrålning kan knuffa elektroner ur atomer. Atomen blir då en jon.

4. a) I turbinen skapas rörelseenergi med hjälp av den heta ånga som reaktorn har skapat.
 b) Vattenången kyls så att den kondenserar och blir vatten, så att vattnet kan pumpas in i reaktorn igen.
 c) Vattnet hjälper till att skapa kärnklyvningar genom att bromsa ner farten hos neutronerna. Om de har för hög fart, kommer de inte kunna bidra till att klyva urankärnorna.
 d) I första hand för att stora mängder kylvatten behövs.

5. Atomnummer 9 betyder att det finns 9 protoner i kärnan, vilket innebär att de är ämnet fluor. Antalet partiklar i kärnan 20. Det betyder att det är en fluorisotop med 11 neutroner i kärnan.

6. Förklaringen är att strålningen är riktad speciellt mot de områden i kroppen där cancercellerna finns. Dessutom anpassas strålningens styrka till den typ av vävnad som ska bestrålas, så att så få friska celler som möjligt skadas. Men i all strålbehandling skadas även friska celler, men kroppen är bra på att reparera skadan och bygga nya friska celler.

7. a) E. (För en kärnvapenexplosion krävs att man först ökar koncentrationen av klyvbara uranatomer i kärnbränslet)
 b) Argument för:
 Stor mängd energi från varje reaktor, själva driften smutsar inte ner, ökar inte växthuseffekten mm.
 Argument mot:
 Risk finns för allvarliga olyckor, stora områden kan för lång tid bli obebodiga, en icke förnybar energikälla, dyra anläggningar, uran finns bara i vissa länder mm.

8. Låt oss göra en tabell som jämför hur ämnena halveras allteftersom tiden går:

tid (min)	massa ämne 1 (g)	massa ämne 2 (g)
0	40	10
10	20	
20	10	5
30	5	
40	2,5	2,5
50	1,25	
60	0,625	1,25

Efter 40 min återstår lika stora mängder av båda ämnena.

9. Guld är i rumstemperatur en metall, medan radon är en gas. Det betyder att guldatomerna är betydligt tätare packade jämfört med hur tätt radonatomerna befinner sig intill varandra. Densitet handlar ju om hur många atomer med en viss massa som befinner sig i en viss volym. En kubikcentimeter guld väger betydligt i mer än en kubikcentimeter radon.
10. a) En fusionsreaktor kräver extremt höga temperaturer för att reaktionerna ska äga rum. Utmaningarna att skapa så höga temperaturer är enorma. Forskarna är på väg, men hittills har de endast lyckats skapa fusionsreaktioner i mycket liten utsträckning under extrem kort tid.
- b) Råvaran väte finns i näst intill oändliga mängder. Dessutom skapas i stort sett inga farliga restprodukter.