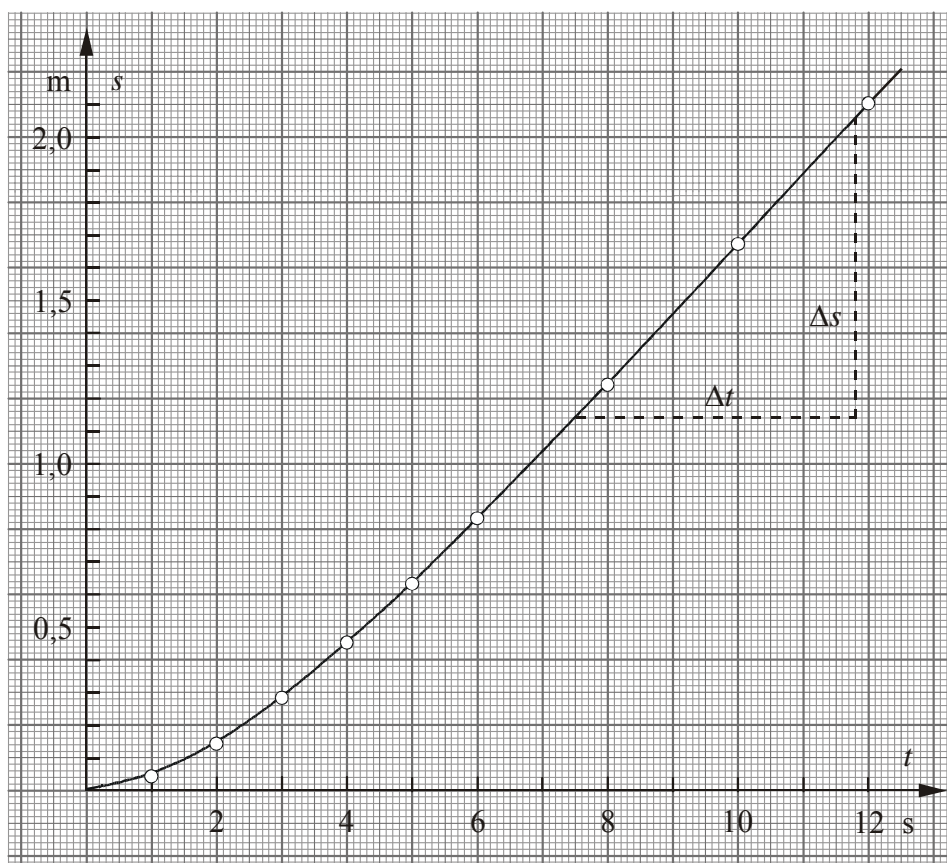




I dessa modellösningar presenteras sådana fakta som åtminstone bör nämnas för fulla poäng för ett svar. Inom parentes nämns sådana fakta som det skulle vara bra att ange, trots att de inte krävs för ett fullständigt svar.

1. a) Stjärnorna är självlysande himlakroppar, som strålar ut energi bl.a. som ljus. Planeterna, som är satelliter till Solen (stjärnorna), reflekterar Solens ljus. 2 p.
 - b) Den dragningskraft (gravitationskraft) som Jorden utövar på Månen, åstadkommer en hastighetsändring hos Månen så att Månen förblir i sin omloppsbana. 2 p.
 - c) Solens energi kommer från fusionsreaktioner som sker i Solen. Denna energi transporteras till Jorden som (elektromagnetisk) strålning. 2 p.
2. a) En tydlig graf med förnuftiga proportioner krävs. I grafen bör finnas storheternas och enheternas symboler, axelindelningen, observationspunkterna och en kurvanpassning. 3 p.



- b) Bilden visar att grafen efter ca 6 s är en rät linje, vilket betyder att rörelsen är likformig. Kulans hastighet fås ur den räta linjens fysikaliska lutningskoefficient 1 p.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{(2,06 - 1,14) \text{ m}}{(11,8 - 7,5) \text{ s}} = \frac{0,92 \text{ m}}{4,3 \text{ s}} \approx 0,21 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad 2 \text{ p.}$$

Värden som godkänns är 0,19 m/s ... 0,23 m/s

3. $m = 280 \text{ g}$ $c_v = 4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$
 $t_1 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ $c_i = 2,09 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$
 $t = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ $s = 333 \text{ kJ/kg}$
 $t_2 = -18 \text{ }^\circ\text{C}$ $m_i = ?$

Då värmeförluster och muggens värmekapacitet inte beaktas, ger energins
 konservervslag:

$$Q_{\text{avgiven}} = Q_{\text{mottagen}}$$

1 p.
1 p.

Man kan anta att saftens specifika värmekapacitet är densamma som vattnets.

$$c_v m(t_1 - t) = c_i m_i(0 - t_2) + s m_i + c_v m_i(t - 0)$$

2 p.

Ur ekvationen kan man lösa isens massa:

$$m_i = \frac{c_v m(t_1 - t)}{-c_i t_2 + s + c_v t} = \frac{4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,28 \text{ kg} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C}}{(2,09 \cdot 18 + 333 + 4,19 \cdot 12) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,02786 \text{ kg} \approx \underline{28 \text{ g}}$$

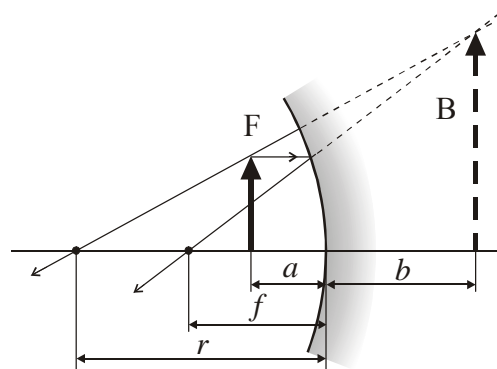
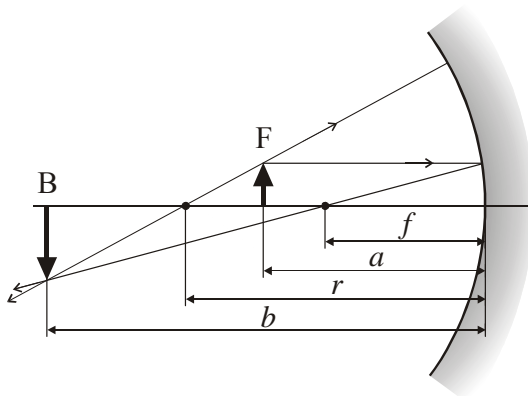
2 p.

Om någon term i energiekvationen saknas, kan man få högst 4 poäng för uppgiften.

4. $r = 0,60 \text{ m}$ a) $a_1 = 0,45 \text{ m}$ b) $a_2 = 0,15 \text{ m}$
 $f = r/2 = 0,30 \text{ m}$ $b_1 = ?$ $b_2 = ?$

a)

b)



a) Spegelformeln

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow b_1 = \frac{a_1 f}{a_1 - f}$$

$$b_1 = \frac{a_1 f}{a_1 - f} = \frac{0,45 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m}}{(0,45 - 0,30) \text{ m}} = \underline{0,90 \text{ m}}, \text{ (förstorad) reell bild, felvänd}$$

b) $b_2 = \frac{a_2 f}{a_2 - f} = \frac{0,15 \text{ m} \cdot 0,30 \text{ m}}{(0,15 - 0,30) \text{ m}} = \underline{-0,30 \text{ m}}, \text{ (förstorad) virtuell bild, rätt vänd}$

Poängsättning i både a och b: figuren 1 poäng, uträkningarna 1 poäng, figurens kvalitet 1 poäng.

5. $m = 68,0 \text{ kg}$
 $N/g = 76,2 \text{ kg}$

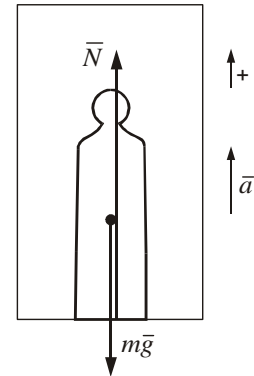
Vågens utslag bestäms enbart av stödkraften. Enligt Newtons III lag är den stödkraft N som verkar på personen lika stor som den kraft som verkar på vågen. Stödkraften blir större, då hissen har en acceleration uppåt.

På personen verkar enligt vidstående figur tyngdkraften $m\bar{g}$ och stödkraften \bar{N} .

Enligt dynamikens grundlag är
 $N - mg = ma$,

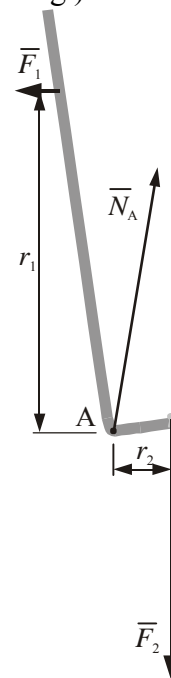
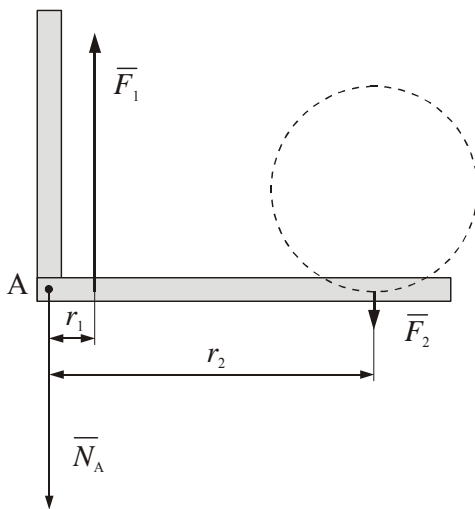
ur vilken den nödvändiga accelerationen löses:

$$a = \frac{N}{m} - g = \frac{76,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{68,0 \text{ kg}} - 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 1,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$



Poängsättning: Motiveringarna 2 poäng, kraftfiguren 2 poäng, beräkning av accelerationen 2 poäng.

6. a) Vid jämvikt är krafternas och kraftmomentens summa noll. Då hävstångens egen massa inte beaktas blir jämviktsvillkoret (för rotation) $F_1 r_1 = F_2 r_2$.
 (Krafternas jämvikt villkor är $\bar{F}_1 + \bar{F}_2 + \bar{N}_A = \bar{0}$.)
 (Armbågen är en enarmad och kofoten en tvåarmad hävstång.)

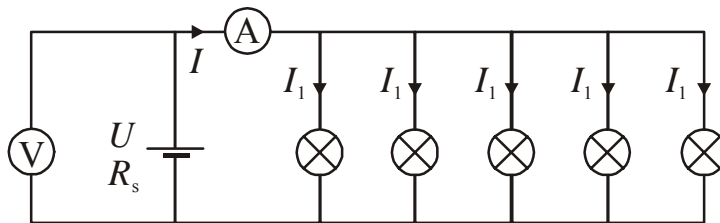


Bilden
1 p. + 1 p.

Villkoret
1 p. + 1 p.

- b) Kroppens tröghetsmoment beskriver kroppens tröghet i rotationsrörelsen på samma sätt som kroppens massa beskriver kroppens tröghet i den translatoriska rörelsen. 1 p.
 ($M = J\alpha$, $F = ma$)
 Tröghetsmomentets storlek är beroende av kroppens massa och dess fördelning i förhållande till rotationsaxeln. 1 p.

7. a)



2 p.

b) $E = 12,4 \text{ V}$ $U = 12,1 \text{ V}$
 $I = 8,45 \text{ A}$ $R_i = ?$

Akkumulatorns källspänning är lika med summan av polspänningen och den inre spänningsförlusten $\Rightarrow E = U + R_i I$

$$R_i = \frac{E - U}{I} = \frac{12,4 \text{ V} - 12,1 \text{ V}}{8,45 \text{ A}} = 0,036 \Omega \approx \underline{0,04 \Omega}$$

2 p.

c) Emedan lamporna är likadana går det genom en lampa en femtedel av den totala strömmen $I_1 = I/5 \Rightarrow$ en lampas effektförbrukning är

$$P = UI_1 = U \frac{I}{5} = \frac{12,1 \text{ V} \cdot 8,45 \text{ A}}{5} = \underline{20,4 \text{ W}}.$$

2 p.

8. a) - I transformatorn finns det två (induktivt kopplade) spolar kring samma järnkärna.
 - Strömmen i primärspolen ger upphov till ett variabelt magnetiskt flöde i kärnan.
 - Ur induktionslagen fås, att i sekundärspolen induceras en spänning U_2 så, att

$$\text{omsättningsförhållandet är } \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}.$$

2 p.

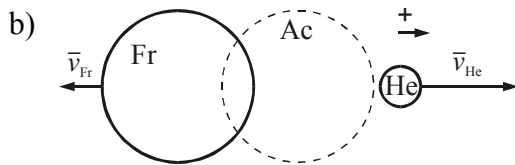
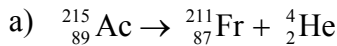
- b) Effektförlusten i överföringsledningarna är $P_f = RI^2$, där R är ledningens resistans
 \Rightarrow strömmen i ledningarna skall vara så liten som möjligt
 \Rightarrow då effekten $P = UI$ överförs från kraftverket bör spänningen U höjas
 \Rightarrow man behöver transformatorer ($N_2 > N_1$).
 På förbrukarsidan måste spänningen p.g.a. elsäkerheten minskas till en lämplig förbrukningsspänning
 \Rightarrow man behöver transformatorer ($N_2 < N_1$).

2 p.

- c) Transformatorernas effektförluster (värmeförluster) är i regel små. Dessa är:
 - förluster som beror på spolarnas resistans (kopparförluster)
 - förlusterna i det ferromagnetiska materialet (järnförluster), som härrör från virvelströmmar och hysteresisfenomenet.

2 p.

9. $E_{\text{He}} = 7,602 \text{ MeV}$ $m_{\text{He}} = 4,0026033 \text{ u}$
 $u = 931,49432 \text{ MeV}/c^2$ $m_{\text{Fr}} = 210,99549 \text{ u}$



Då vi antar att Ac-atomen före sönderfallet befinner sig i vila, fås från rörelsemängdens bevarande

$$\vec{0} = m_{\text{Fr}} \vec{v}_{\text{Fr}} + m_{\text{He}} \vec{v}_{\text{He}} \Rightarrow$$

1 p.

$$m_{\text{He}} v_{\text{He}} - m_{\text{Fr}} v_{\text{Fr}} = 0 \Rightarrow v_{\text{Fr}} = \frac{m_{\text{He}} v_{\text{He}}}{m_{\text{Fr}}}$$

Fr-atomens rekylenergi är

$$E_{\text{Fr}} = \frac{1}{2} m_{\text{Fr}} v_{\text{Fr}}^2 = \frac{m_{\text{Fr}}}{2} \cdot \frac{m_{\text{He}}^2}{m_{\text{Fr}}^2} v_{\text{He}}^2 = \frac{m_{\text{He}}}{m_{\text{Fr}}} \cdot \frac{1}{2} m_{\text{He}} v_{\text{He}}^2 = \frac{m_{\text{He}}}{m_{\text{Fr}}} \cdot E_{\text{He}}$$

$$= \frac{4,003 \text{ u}}{211,0 \text{ u}} \cdot 7,602 \text{ MeV} \approx \underline{0,1442 \text{ MeV}}$$

1 p.

Sönderfallets totala energi är

$$Q = E_{\text{He}} + E_{\text{Fr}} = \underline{7,746 \text{ MeV}}$$

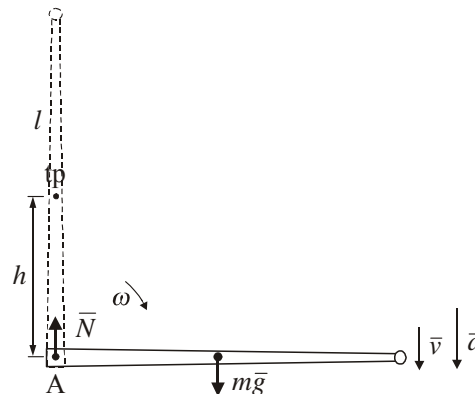
1 p.

c) Enligt relativitetsteorin är $Q = \Delta mc^2 = (m_{\text{Ac}} - m_{\text{He}} - m_{\text{Fr}})c^2 \Rightarrow$

$$m_{\text{Ac}} = m_{\text{Fr}} + m_{\text{He}} + \frac{Q}{c^2} = 210,99549 \text{ u} + 4,00260 \text{ u} + \frac{7,746 \text{ MeV}}{931,49 \text{ MeV/u}} \approx \underline{215,00641 \text{ u}}$$

2 p.

10. $m = 40,5 \text{ kg}$
 $l = 11,0 \text{ m}$
 $h = 4,9 \text{ m}$
 $J_A = 1360 \text{ kg m}^2$



a) Då vi antar att friktionen vid fästbulten och luftmotståndet är betydelselösa bevaras den mekaniska energin:

1 p.

$$mgh = \frac{1}{2} J_A \omega^2, \text{ där } \omega = \frac{v}{l}, \text{ varvid } mgh = \frac{1}{2} J_A \frac{v^2}{l^2}$$

1 p.

Vi löser knoppens hastighet

$$v = \sqrt{\frac{2mghl^2}{J_A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 4,9 \text{ m} \cdot 11,0^2 \text{ m}^2}{1360 \text{ kg m}^2}} \approx \underline{18,6 \text{ m/s}}$$

1 p.

b) På stängen verkar enligt figuren tyngdkraften och stödkraften. Endast tyngdkraften har ett moment i förhållande till bulten. I nedslagsögonblicket är momentet

$$M_A = mgh$$

Rotationens grundlag $M_A = J_A \alpha$.

1 p.

Stångens vinkelacceleration $\alpha = \frac{M_A}{J_A} = \frac{mgh}{J_A}$.

1 p.

Knoppens acceleration

$$a = l\alpha = \frac{lmgh}{J_A} = \frac{11,0 \text{ m} \cdot 40,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 4,9 \text{ m}}{1360 \text{ kg m}^2} \approx 15,7 \text{ m/s}^2 \approx \underline{16 \text{ m/s}^2}.$$

1 p.

11. a) Följande experimentella resultat kan inte förklaras med ljusets vågmodell:

- 1) Fotoelektronernas energi E_k beror inte av intensiteten.
- 2) Fotoelektronernas största kinetiska energi är proportionell mot ljusets frekvens.
- 3) Det förekommer en gränshfrekvens, under vilken ljus av lägre frekvens inte förmår lösgöra elektroner oberoende av hur stor intensiteten är.
- 4) Fotoelektroner lösgörs omedelbart även vid mycket låg intensitet.

4 p.

b) Partikelstrålningen har även en vågnatur så, att partiklarnas de Broglie-våglängd är

$$\lambda = \frac{h}{mv}.$$

Hos termiska neutroner är denna våglängd av samma storleksordning som avståndet mellan atomerna i en kristall. Då en neutronstråle träffar kristallen kan man iaktta neutroddiffraction.

2 p.

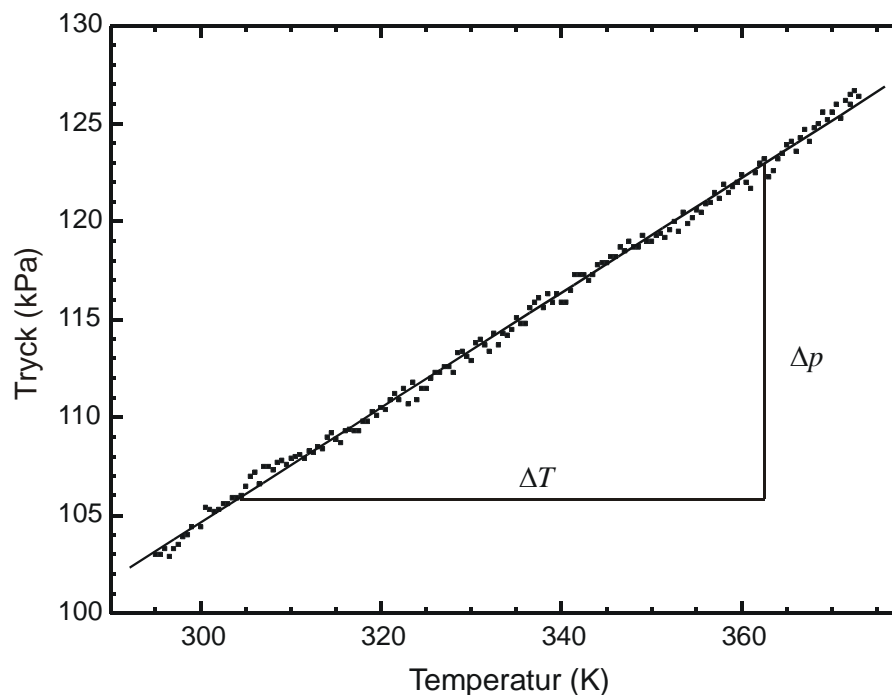
12. Idealgasens tillståndsekvation är $pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nR}{V}T$.

1 p.

Emedan kärlets värmeutvidgning är rätt liten, kan kärlets volym anses vara konstant, vilket betyder att trycket är direkt proportionellt mot temperaturen. Då man till den uppmätta punktmängden anpassar en rät linje, är uttrycket för vinkelkoefficienten

$$k = \frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{nR}{V},$$

1 p.



Ur grafen fås $k = \frac{\Delta p}{\Delta T} = \frac{17 \text{ kPa}}{58 \text{ K}} = 0,293 \frac{\text{kPa}}{\text{K}}$.

2 p.

Substansmängden $n = \frac{m}{M}$ vilket ger att gaskonstanten är

1 p.

$$R = \frac{kVM}{m} = \frac{0,295 \cdot 10^3 \text{ Pa/K} \cdot 28 \text{ g/mol} \cdot 0,335 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{0,324 \text{ g}} \approx 8,5 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}.$$

1 p.

Värden som godkänns är 8,3 J/(mol·K) ... 8,6 J/(mol·K).

- 13.** I alla dessa kraftverk fås elenergin från mekanisk energi i generatorer, vars funktionsprincip grundar sig på induktionsfenomenet. Vindkraftverket är i princip det enklaste kraftverket. En del av vindens rörelseenergi omvandlas till rotationsenergi hos generatorns rotor. Kärnkraftverket och kolkraftverket är båda i princip värmekraftmaskiner. I båda värms vatten som förångas. Ångan får turbinerna att rotera, vilket i sin tur åstadkommer rotation i generatorerna. I kärnkraftverken fissioneras urankärnor (^{235}U) i en kontrollerad kedjereaktion. Kärnenergin (den starka växelverkans potentialenergi) frigörs i huvudsak som rörelseenergi hos fissionsprodukterna, som värmer upp bränslestavarna. Från stavarna leds värmets till det vatten, som används som moderator. I kolkraftverken bränns kol, varvid kemisk energi (den elektromagnetiska växelverkans potentialenergi) omvandlas till värmeenergi.

5 p.

Miljöeffekter:

- Vindkraftverken: - förnybar energi
- icke förorenande
- landskapsolägenheter
- buller
- fara för fåglar
- Kolkraftverken: - icke förnybar energi
- koldioxidutsläpp (växthuseffekten)
- utsläpp av kväve- och svaveloxider
- utsläpp av partiklar
- olägenheter med gruvverksamheten
- Kärnkraftverken: - icke förnybar energi
- utsläppen obefintliga
- kärnavfallsproblem
- olägenheter med gruvverksamheten
- (en liten) olycksrisk

En jämförande analys av miljöeffekterna

4 p.

Tillstånden:

Uppförandet av ett kärnkraftverk förutsätter ett godkänt principbeslut av riksdagen (statsrådet). Det slutliga byggnadstillståndet, som beviljas av statsrådet, förutsätter en grundlig säkerhetsanalys utförd av strålsäkerhetscentralen. De byggnads- och miljöstillstånd som de andra kraftverken behöver beviljas av lokala myndigheter.

(Uppförandet av ett kärnkraftverk förutsätter statsrådets *principbeslut* om att uppförandet av anläggningen är förenligt med samhällets helhetsintresse. Principbeslutet behandlas i riksdagen, varvid det kan förkastas eller förbli i kraft. Påbörjandet av byggandet förutsätter ytterligare *byggnadstillstånd* beviljat av statsrådet. I detta skede är bl.a. strålsäkerhetscentralens utlåtande, till vilket hör en säkerhetsanalys, viktigt. Anläggningen behöver ytterligare före ibruktage ett *driftstillstånd*, som även det utfärdas av statsrådet.)

2 p.