Hierna de antwoorden van de oefen opgaven 169 t/m 173 ontbreken nog. Misschien vind ik hier nog tijd voor.
Als laatste is nog een extra som (174) toegevoegd inclusief antwoorden.

2p **1** □ voorbeeld van een antwoord:
De energie is omgekeerd evenredig met het kwadraat van de lengte. Bij korte nanobuisjes liggen de energieniveaus dus verder uit elkaar.

inzicht dat energieën evenredig zijn met L^{-2} *[1]*
conclusie *[1]*

2p **2** □ voorbeeld van een antwoord:
Uit de figuur blijkt dat de kans om een elektron aan te treffen groot is op plekken die (diagonale) lijnen lijken te vormen. Deze lijnen zijn vergelijkbaar met een eendimensionaal doosje.

herkennen van de diagonale lijnen *[1]*
conclusie *[1]*

4p **3** □ voorbeeld van een berekening (**in de tekst had natuurlijk vermeld moeten staan dat de buisjes een lengte hebben van 30nm**):

$$E_1 = \frac{n^2h^2}{8mL^2} = \frac{(6,63\cdot 10^{-34})^2}{8\cdot 9,1\cdot 10^{-31}\cdot (30\cdot 10^{-9})^2} = 6,71\cdot 10^{-23}J = 0,4meV$$

gebruik $E_1 = \dfrac{n^2h^2}{8mL^2}$ *[1]*
juiste waarden voor h en m gebruiken *[1]*
omrekenen van J naar eV *[1]*
completeren berekening *[1]*

3p **4** □ voorbeeld van een antwoord:
De grondtoestand wordt gegeven door golffuncties met slechts een buik in het midden van de buis. Hier zijn op slechts een klein deel van de buis als vele buiken herkenbaar, dus gaat het om een hogere toestand.

inzicht dat grondtoestand gekoppeld is aan ½ λ van de golffunctie *[1]*
herkennen van kortere golflengte in de figuur *[1]*
conclusie *[1]*

4p **5** □ Uitkomst: 3 eV

Voorbeeld van een berekening:

$$n = \frac{2L}{\lambda} = \frac{2\cdot 30\cdot 10^{-9}}{0,66\cdot 10^{-9}} = 91$$

$$E_k = 91^2\cdot 0,4\cdot 10^{-3} = 3eV$$

gebruik $n = \dfrac{2L}{\lambda}$ *[1]*

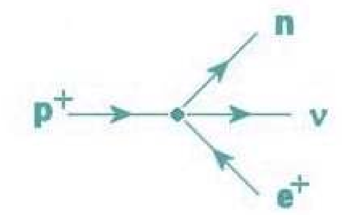
berekenen n *[1]*

gebruik $E_n = \dfrac{n^2h^2}{8mL^2}$ of $E_n = n^2E_1$ of $E_k = \dfrac{p^2}{2m} = \dfrac{h^2}{2m\lambda^2}$ *[1]*

completeren berekening *[1]*

[redacted] Opgave 162 Zink-isotoop

3p **1** □ voorbeeld van een juist aangevuld Feynmandiagram:



deeltjes op de juiste plaats [1]
pijlen gewone deeltjes naar rechts, [1]
behalve bij het positron naar links [1]

4p **2** □ uitkomst: 1,5%

voorbeeld van een berekening:

$$N_{instabiel}(t) = \frac{A(t)\cdot t_{1/2}}{ln2} = \frac{2,25\cdot 10^{13}\cdot 250\cdot 24\cdot 3600}{ln2} = 7,01\cdot 10^{20}$$

$$\frac{N_{instabiel}}{N_{totaal}}\cdot 100\% = \frac{7,01\cdot 10^{20}}{4,6\cdot 10^{22}}\cdot 100\% = 1,5\%$$

gebruik $A(t) = \dfrac{N(t)\cdot ln2}{t_{1/2}}$ [1]
opzoeken halveringstijd [1]
inzicht gevraagde percentage is N_i / N_t [1]
completeren berekening [1]

2p **3** □ voorbeeld van een antwoord:
Het positron rechts van de pijl is overgegaan in een elektron links van de pijl, dus we zien dat hier CT symmetrie voor het positron gebruikt is.

herkennen dat e^+ rechts overgegaan is in e^- links [1]
noemen juiste symmetrie [1]

3p **4** □ voorbeeld van een antwoord:
Links van de pijl in vergelijking B is meer massa is dan in vergelijking A. Bovendien is rechts in B minder massa dan rechts in A dus zal vergelijking B minder energie kosten.

vergelijken massa's links [1]
vergelijken massa's rechts [1]
conclusie [1]

[redacted] Opgave 163 — Krimpende atoomkern

4p 1 uitkomst: E_{min} = 530 MeV
voorbeeld van een berekening: In het rechterlid van de reactie is méér massa dan links. Het bijbehorende energie-equivalent is de (minimale) energie van het pion.
Er geldt: $\Delta m = m(\Lambda^+) + m(K^+) - m(\pi^+) - m(n) = 1116 + 494 - 140 - 940 = 530$ MeV c^{-2}.
Dan is E_{min} = 530 MeV.

- inzicht dat $E_{min} = \Delta mc^2$ — **1**
- inzicht dat $\Delta m = m(\Lambda^+) + m(K^+) - m(\pi^+) - m(n)$ — **1**
- opzoeken van alle massa's (in MeV c^{-2} of in een andere eenheid) — **1**
- completeren van de berekening — **1**

4p 2 Het π^+ en het n hebben vreemdheidsgetal $S = 0$. Het Λ^0 en het K^+ moeten daarom in totaal ook $S = 0$ hebben. Omdat het Λ^0 een s bevat, moet het K^+ een $\bar{s}$ bevatten. Dit $\bar{s}$ heeft lading +⅓ *e*. Omdat het K^+ als geheel lading +1 *e* heeft, moet het tweede quark een quark (uit generatie I) met lading +⅔ *e* zijn.
Dit moet dus een u zijn.
De samenstelling van K^+ is ($\bar{s}$ u).

- inzicht dat het vreemdheidsgetal voor en na de reactie nul is — **1**
- inzicht dat het Λ^0 een s bevat, dus het K^+ een $\bar{s}$ (anti-s) — **1**
- opzoeken van de lading van $\bar{s}$ en inzicht dat het andere quark lading ⅔ *e* moet hebben — **1**
- inzicht dat het andere quark u moet zijn, dus de samenstelling van K^+ is ($\bar{s}$ u) — **1**

Opmerking: Voor de (overigens onjuiste) antwoorden ($\bar{s}$ c) *en* ($\bar{s}$ t) *geen aftrek.*

3p 3 Wegens het Pauliverbod bevinden zich (maximaal) 2 neutronen in de grondtoestand (en de overige 2 in een aangeslagen toestand). Als één van de neutronen uit de grondtoestand verandert in een Λ^0, komt er een plaats vrij in de grondtoestand. Die plaats wordt ingenomen dor een neutron uit een hoger energieniveau (onder het uitzenden van een foton).

- inzicht dat er wegens het Pauliverbod twee neutronen in de grondtoestand passen — **1**
- inzicht dat er een plaats vrij komt in de grondtoestand — **1**
- inzicht dat die plaats wordt ingenomen door een neutron uit een hoger energieniveau — **1**

3p 4 uitkomst: $f = 4{,}957 \cdot 10^{20}$ Hz
Er geldt E = 2,050 MeV= $2{,}050 \cdot 10^6 \cdot 1{,}6022 \cdot 10^{-19}$ J = $3{,}2845 \cdot 10^{-13}$ J.

$$E = hf \quad \text{dus} \quad f = \frac{E}{h} = \frac{3{,}2845 \cdot 10^{-13}}{6{,}62607 \cdot 10^{-34}} = 4{,}957 \cdot 10^{20}\ \text{Hz}$$

- gebruik van $E = hf$ — **1**
- omrekenen in joule — **1**
- completeren van de berekening — **1**

2p 5 antwoord: Door de sterke wisselwerking met het Λ^0 in de kern is er een grotere aantrekkende kracht op de overige nucleonen (waardoor de kern kleiner wordt).

- inzicht in de sterke wisselwerking met het Λ^0 in de kern — **1**
- inzicht in grotere aantrekkende kracht op de overige nucleonen — **1**

[redacted] Opgave 164 — Sterspectra

2p 1 Dan zijn de maxima smaller. Anders zijn de maxima net zo breed als de breedte van het stuk tralie.

2p 2 Ster B. Herkenbaar aan de spectraallijnen van waterstof

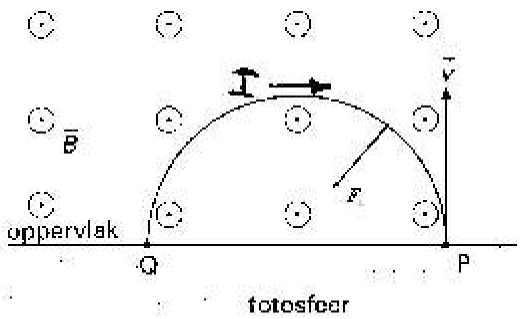
3p 3 Ster A.

[redacted] Opgave 165 Zonnedeeltjes

12 De atomen in de laag buiten de fotosfeer zijn vanwege de lagere temperatuur minder aangeslagen en absorberen de straling uit de fotosfeer. Dat geeft de absorptielijnen.
(Gezien het lage aantal punten is een uitgebreidere beantwoording niet nodig? T.P)

13 Als een deeltje net de aarde haalt is zijn kinetische energie daar nul.
$E_{\text{op zon}} = E_{\text{bij aarde}} \rightarrow (E_{\text{kin}} + E_{\text{grav}})_{\text{zon}} = E_{\text{grav, bij aarde}} \rightarrow$
$\frac{1}{2}mv^2 - GmM/r_{zon} = - GmM/r_{zon\text{-}aarde}$. Hier kun je m uitdelen, zodat:
$\frac{1}{2}v^2 - 6{,}673 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30} / (696 \cdot 10^6) = -6{,}673 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30} / (1{,}496 \cdot 10^{11})$
$v = 6{,}15 \cdot 10^3$ m/s

14 Vanuit P vertrekkend moet de lorentzkracht naar links werken.
Als de stroom in dezelfde richting loopt als v wijst, werkt volgens de richtingsregel de lorentzkracht naar rechts in punt P. De stroom loopt dus tegengesteld; van Q naar P.
Als de stroom rechtsom loopt en de lorentzkracht naar het middelpunt wijst, wijst het daardoor veroorzaakte magneetveld van ons af en verzwakt dus het aanwezige veld.



15 Als de deeltjes een cirkel beschrijven, dan is de maximale afstand de straal daarvan.
De lorentzkracht treedt op als middelpuntzoekende kracht, zodat:
$Bqv = mv^2/r$ en dus maximale afstand = $r = mv/(Bq)$
maximale afstand = $(1{,}67 \cdot 10^{-27} \cdot 6{,}5 \cdot 10^5) / (1{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}) = 0{,}45$ m
(maar we hebben net beredeneerd dat B kleiner uitvalt, hoe zit dat ? T.P)

16 B parallel aan I, dus geen lorentzkracht.
De deeltjes gaan niet in een cirkelbaan en schieten recht weg met een snelheid groter dan $6{,}15 \cdot 10^3$ m/s en kunnen de aarde bereiken.

[redacted] Opgave 166 Antiprotonen vangen

2p 21. De quarksamenstelling van een proton is u-u-d

3p 22. De middelpuntzoekende kracht wordt geleverd door de lorentzkracht op de antiprotonen:

$F_{mpz} = F_{lor}$ $mv^2/r = Bqv$

3p 23. Voor een spoel geldt:

3p 24. Als het antiproton (negatief geladen) plaatje 2 niet meer mag bereiken, mag de kinetische energie van het antiproton na het passeren van plaatje 1 maximaal gelijk zijn aan de toename van de elektrische energie.

$\Delta V = 3{,}0$ kV $\Delta U_{el} = 3{,}0$ keV $= U_{kin,na}$ (na plaatje 1)

$U_{kin,na} = q\Delta V = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 3{,}0 \cdot 10^3 = 4{,}807 \cdot 10^{-16}$ J

De kinetische energie waarmee plaatje 1 wordt bereikt is

$U_{kin,voor} = ½mv^2 = ½ \cdot 1{,}673 \cdot 10^{-27} \cdot (2{,}9 \cdot 10^7)^2 = 7{,}033 \cdot 10^{-13}$ J

Het percentage van de oorspronkelijke energie dat de antiprotonen in dit geval over mogen hebben is:

3p 25. De lorentzkracht en de elektrische kracht zijn aan elkaar gelijk: $F_{lor} = F_{el}$

$Bqv = qE \rightarrow E = Bv = 2{,}8 * 6{,}2 \cdot 10^5 = 1{,}7 \cdot 10^6$ Vm^{-1}

5p 26. Zie afbeelding antwoordmodel in correctievoorschrift.

Het antiproton is negatief geladen en heeft een snelheid loodrecht op het papier, naar ons toe. De richting van het magneetveld is in het vlak van de afbeelding recht omhoog. De lorentzkracht op het antiproton is dan naar rechts gericht (een richtingsregel toepassen).

De richting van de elektrische veldsterkte is per definitie de richting van de elektrische kracht die een positief geladen deeltje ter plekke ondervindt. Het antiproton is negatief geladen, dus is de richting van de elektrische kracht op dit deeltje tegengesteld aan de richting van de elektrische veldsterkte.

Aangezien F_{lor} gelijk is aan F_{el} en beide loodrecht op elkaar staan, is:

$F_{res} = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 1{,}736 \cdot 10^6 \cdot \quad 2 = 3{,}9 \cdot 10^{-13}$ N [redacted] Opgave 167 Radioactief koper

3p 1. Het β^+ deeltje passeert de elektronen (β^-) die bij de kern van ^{64}Cu horen. De kans bestaat dat er annihilatie plaatsvindt. Hierbij gaan de β's over in twee gamma's.

3p 2. Een elektron dat het dichtst bij de kern beweegt, heeft een kans om ingevangen te worden door die kern. Je spreekt dan van k-vangst.
Het elektron gaat samen met een proton uit de kern, over in een neutron. Het atoomnummer wordt één lager; de atoommassa blijft gelijk.
In dit geval is de vergelijking:
$Cu + e \rightarrow Ni$

3p 3. $U = hc/\lambda \rightarrow \lambda = hc/U = (6{,}626.10^{-34} \,.\, 3{,}00.10^{8}) / (1{,}34.10^{6} \,.\, 1{,}60.10^{-19}) = 9{,}25.10^{-13}$ m
(= 925.10^{-15} m = 925 fm)

3p 4. De bindingsenergie is de energie die aan de kern moet worden toegevoegd om de aanwezige deeltjes uit elkaar te halen. Na het uitzenden van een foton, moet daartoe meer energie aan de kern worden toegevoegd dan in de aangeslagen toestand. De bindingsenergie is door het uitzenden van het foton dus groter geworden.

4p 5. $E = \frac{1}{2}mv^2$
$m = fm_0 \rightarrow E = \frac{1}{2}fm_0v^2 \rightarrow f = 2E/(m_0v^2)$ met

$E = 0{,}57.10^{6} \,.\, 1{,}6.10^{-19}$
$m_0 = 9{,}10956.10^{-31}$
$v = 0{,}92 \,.\, 3{,}0\ 10^{8}$

$f = (2 \,.\, 0{,}57.10^{6} \,.\, 1{,}6.10^{-19}) / (9{,}11.10^{-31} \,.\, 0{,}92^{2} \,.\, 3{,}0^{2}\ 10^{16}) = 2{,}628 = 2{,}6$

10 3p Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = q\Delta V$ q ΔV (en $\Delta V = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{q}$ ef) dus

met: • $m = 9{,}109\cdot10^{-31}$ kg
• $q = -e = 1{,}602\cdot10^{-19}$ C
• $v = 2{,}4\cdot10^{7}$ m s^{-1}

Dus: $\Delta V = \dfrac{\frac{1}{2} \times 9{,}109 \bullet 10^{-31} \times (2{,}4 \bullet 10^{7})^2}{1{,}602 \bullet 10^{-19}} =$.

$1{,}637 \bullet 10^{3} = 1{,}6 \bullet 10^{3}$ V

11 3p Er geldt:

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{mv^2}{r} = Bqv \rightarrow \dfrac{v}{r} = \dfrac{Bq}{m} \\[2ex] \dfrac{2\pi r}{T} = v \rightarrow \dfrac{v}{r} = \dfrac{2\pi}{T} \end{array}\right\} \rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{Bq}{m} \rightarrow T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

met: • $m = 9{,}109 \bullet 10^{-31}$ kg
• $B = 0{,}90 \bullet 10^{-4}$ T
• $q = -e$

Dus: $T = \dfrac{2\pi \bullet 9{,}109 \bullet 10^{-31}}{0{,}90 \bullet 10^{-4} \bullet 1{,}602 \bullet 10^{-19}} = 3.969 \bullet 10^{-7} = 4{,}0 \bullet 10^{-7}$ s

12 2p Het kan geen gelijkspanningsbron zijn, want als een geladen deeltje tussen cilinder 1 en 2 versneld wordt, zou het tussen cilinder 2 en 3 weer vertraagd worden.

13 2p Een groepje elektronen, want net zoals 2 een hogere potentiaal heeft dan 1, heeft 8 een hogere potentiaal dan 7.

14 4p De ladingen in P en Q zijn tegengesteld, de richtingen van de snelheden zijn gelijk. De lorentzkrachten moeten tegengesteld gericht zijn. Dus moeten (volgens een richtingsregel) de magneetvelden bij P en Q gelijk gericht zijn.

15 3p Er geldt: $m_Z c^2 = 2 m_e c^2 + U_{kine} + U_{kinp} = 2 m_e c^2 + 2 U_{kine}$

dus: $U_{kine} = \frac{1}{2}\left(m_Z c^2 - 2 m_e c^2 \right) = \frac{1}{2} m_Z c^2 - m_e c^2$

met: • $m_Z = 0{,}18 \bullet 10^{6} m_e$ $m_e = 9{,}109 \bullet 10^{-31}$ kg
• $c = 2{,}998 \bullet 10^{8}$ m s^{-1}

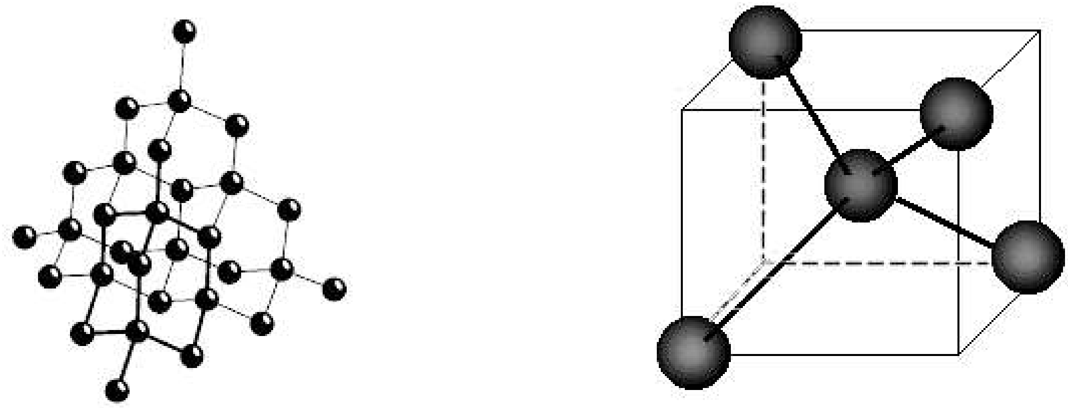
Aangezien $m_e \gg m_Z$ $m_e c^2$ an verwaarloosd worden.

Dus: $U_{k,e} = 7{,}4\cdot10^{-9}$ J (= 46 GeV)

[redacted] Opgave 173 Energie productie in de zon [redacted] Opgave 174 Diamant (extra opgave, moeilijk, PMN SE2-04)

Diamant is een koolstofkristal, evenals grafiet. Dankzij de manier waarop de atomen zijn gestapeld en de sterkte van de bindingen tussen naburige atomen is diamant echter veel harder.

figuur 1



a ***b***

Figuur 1a geeft een beeld van de kristalstructuur. Hierin is te zien dat ieder koolstofatoom is verbonden met zijn vier naaste buren. In figuur 1b is te zien dat die naaste buren op de hoekpunten van een kubus zitten. Het koolstofatoom binnen de kubus bevindt zich op het snijpunt van de lichaamsdiagonalen.
Als er géén druk wordt uitgeoefend op het kristal nemen de bindingen een evenwichtslengte aan van: L_0 = 0,154 nm.

2p **1.** Laat door een berekening zien dat de ribbe van de kubus in figuur 1b gelijk is aan 0,178 nm.

De kubussen uit figuur 1b vullen niet de gehele ruimte van het kristal op. Wel kan worden afgeleid dat, gemiddeld over het *hele* kristal genomen, het volume per koolstofatoom gelijk is aan het volume van de getekende kubus.

3p **2.** Bereken met behulp van deze ribbe de dichtheid van diamant.

In een model van het diamantkristal worden de bindingen tussen de atomen voorgesteld door ééndimensionale doosjes. Ieder doosje bevat twee bindingselektronen in de grondtoestand. De lengte L van de bindingen verandert als er druk wordt uitgeoefend op het kristal.
Zoals bekend geldt voor de kinetische energie van een elektron in de grondtoestand van een ééndimensionaal doosje de vergelijking:

$$E_k = \frac{a}{L^2} \qquad a = \frac{h^2}{8m_e} = 6,02 \cdot 10^{-38} \qquad \mathrm{Jm^2}$$

Als het kristal wordt ingedrukt, wordt de bindingslengte L kleiner en neemt de kinetische energie van de bindingselektronen dus toe. Dit zorgt ervoor dat het kristal moeilijk in te drukken is.
Ook als de bindingslengte groter wordt dan de evenwichtslengte neemt de energie toe. We nemen aan dat er ook een potentiële energie E_p is, die toeneemt naarmate het doosje langer wordt. We nemen aan dat deze potentiële energie omgekeerd evenredig is met de lengte van het doosje. De totale energie E_d van de twee elektronen in het doosje wordt dan

$$E_d = \frac{2a}{L^2} + \frac{b}{L}$$

Deze energie is minimaal bij $L = L_0$

3p **3.** Toon aan dat b gegeven wordt door $b = -\frac{4a}{L_0}$

Met gebruik van dit resultaat kan E_d geschreven worden als

$$E_d = \frac{2a}{L^2} - \frac{4a}{LL_0}$$

Een diamant van 1,0 cm^3 bevat $3{,}5\cdot10^{23}$ bindingen. Door gelijkmatig druk uit te oefenen op alle kanten van het kristal wordt bereikt dat al deze bindingen 1,00 % korter worden. Het volume van het kristal wordt dan 3,0 % kleiner.

5p **4.** Laat door een berekening zien dat de totale toename van de energie van alle bindingen in de diamant gelijk is aan $1{,}8\cdot10^2$ J.

Uit de energietoename van het totale kristal kan de druk die voor het samenpersen ervan nodig is, berekend worden met de formule:

$$\Delta E = \tfrac{1}{2} p \Delta V$$

met
ΔE de totale energietoename van alle bindingen in het kristal,
ΔV de volumeafname van het kristal en
p de benodigde druk.

Voor de genoemde volumeverandering van diamant blijkt in de praktijk een druk nodig te zijn van $1{,}3\cdot10^{10}$ Pa.

3p **5.** Toon met behulp van een berekening aan dat de druk volgens het gebruikte model niet meer dan 10% afwijkt van de gemeten waarde.

Einde

[redacted]

Opgave 174 Diamant

2p **9** □ voorbeeld van een berekening:

Het verband tussen L_0 en de ribbe r van de kubus is gegeven door $L_0 = ½r\sqrt{3} = 0,866\ r$

Derhalve is $r = \dfrac{L_0}{0,866} = 0,178$ nm

1. inzicht in het verband tussen ribbe en bindingslengte *[1]*
2. completeren van de berekening *[1]*

3p **10** □ voorbeeld van een berekening:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{r^3} = \frac{(0,9889\times 12,0 + 0,0111\times 13,0)\times 1,661\cdot 10^{-27}}{(0,178\cdot 10^{-9})^3} = 3,54\cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

3. gebruik van $\rho = \dfrac{m}{V}$ met $V = r^3$ *[1]*
4. gebruik van de atoommassa van koolstof *[1]*
5. completeren van de berekening *[1]*

Opmerking: Geen rekening gehouden met de atoommassa van C–13: geen aftrek

3p **11** □ voorbeeld van een antwoord:

Differentiëren van E_d naar L geeft $E_d' = -\dfrac{4a}{L^3} - \dfrac{b}{L^2}$

De afgeleide gelijkstellen aan nul voor $L = L_0$ geeft $\dfrac{b}{L_0^2} = -\dfrac{4a}{L_0^3}$ $\quad b = -\dfrac{4a}{L_0}$ is

6. differentiëren van E_d *[1]*
7. afgeleide gelijkstellen aan nul *[1]*
8. conclusie *[1]*

5p **12** □ voorbeeld van een antwoord:

per binding geldt $\Delta E_d = \dfrac{2a}{L^2} - \dfrac{4a}{LL_0} - \dfrac{2a}{L_0^2} + \dfrac{4a}{L_0L_0}$

Invullen geeft $\Delta E_d = \dfrac{2a}{L_0^2}\left(\dfrac{1}{0,99^2} - \dfrac{2}{0,99} + 1\right) = \dfrac{12,04\cdot 10^{-38}}{(1,54\cdot 10^{-10})^2}\times 0,00010203 = 5,18\cdot 10^{-22}$ J

Voor $3,5\cdot 10^{23}$ bindingen wordt dit $3,5\cdot 10^{23}$ $5,18\cdot 10^{-22} = 1,8\cdot 10^2$ J.

- gebruik van $\Delta E_d = \dfrac{2a}{L^2} - \dfrac{4a}{LL_0} - \dfrac{2a}{L_0^2} + \dfrac{4a}{L_0L_0}$ *[1]*
- gebruik van $L = 0,99\ L_0$ en $a = 6,02\cdot 10^{-38}$ *[1]*
- berekenen van E_d *[1]*
- gebruik van $N = 3,5\cdot 10^{23}$ *[1]*
- completeren van de berekening *[1]*

3p **13** □ Voorbeeld van een antwoord:

$$p = 2\frac{\Delta E}{\Delta V} = 2\times\frac{1,8\cdot 10^2}{0,030\cdot 10^{-6}} = 1,2\cdot 10^{10} \text{ Pa}$$

Dit wijkt (1,3-1,2)/1,3 = 0,07 dus 7% af van de experimentele waarde, minder dus dan 10%.

- gebruik $p = 2\dfrac{\Delta E}{\Delta V}$ *[1]*
- invullen waarden *[1]*
- conclusie *[1]*