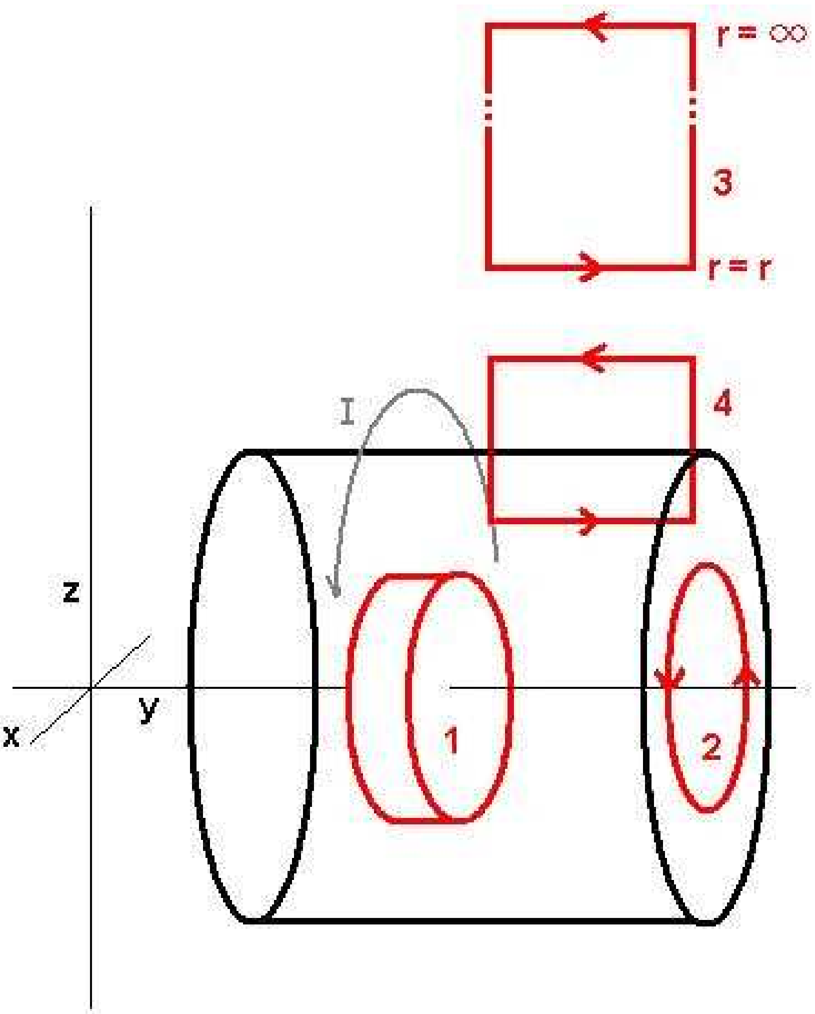
Wet van Ampère?

a) Een schets van de situatie is gegeven in het onderstaande figuur. Met behulp van de



ons bekende vectorvergelijkingen van het magneetveld kunnen we het magnetisch veld binnen de spoel beredeneren/berekenen. We kennen de twee vergelijkingen $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$ en $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{encl}$.

Laten we beginnen met de divergentie van het magneetveld te bekijken, deze is altijd nul. Omdat de divergentie van een vectorveld gelijk staat aan de flux (van bijvoorbeeld doosje 1 gegeven in het figuur), kunnen we beredeneren dat de *radiële component* nul moet zijn binnen de spoel. Als er een z-component van het magnetisch veld aanwezig zou zijn zal die zo-ie-zo niet bijdragen aan de flux, omdat er evenveel veldlijnen het volume inprikken als uitprikken. Hetzelfde argument geldt voor B_r buiten de spoel.

Als we $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl}$ bekijken van het Ampère-lusje 2 in het figuur, zien we dat er geen stromen door de omsloten oppervlak loopt. Dus binnen de spoel heeft het magnetisch veld geen *azimuthale* component. Een dergelijk lusje om de spoel heen vangt ook geen stroom op, deze beweegt loodrecht op de normaal van de oppervlak omsloten door de lus, dus ook buiten de spoel geldt dat $B_\phi = 0$.

Een Ampère lus geven door 3 in het figuur omsluit ook geen stroom, dus $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = 0$. We weten al dat de radiële componenten nul zijn, maar we weten nog niets over de bijdragen van de z-componenten van het magnetisch veld. Op $r = \infty$ is de grootte van het magnetisch veld nul. Aangezien de wet van Ampère geldt voor elke *willekeurige* lus mogen we één zijde van de lus in het oneindige leggen en alsnog moet de kringintegraal nul geven daar geen stroom omsloten is. Hieruit concluderen we dat de z-component van het magneetveld op willekeurige r buiten de spoel gelijk is aan nul.

Tenslotte bekijken we de kringintegraal over lus 4, die één zijde binnen de spoel heeft liggen. Buiten de spoel is $B_z = 0$, dus $B_z l$ (de zijde binnen de spoel) moet gelijk zijn aan de omsloten lading, die nu *niet* nul is maar NIL. Dus de z-component van het magneetveld binnen de spoel is $B_z = \mu_0 NI$

Samengevat kunnen we zeggen:

$$\vec{B}_{binnen} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \mu_0 NI \end{pmatrix}, \vec{B}_{buiten} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

b) Vanwege zelfde argumenten als onderdeel a) zal het magneetveld alleen een component in de ϕ-richting binnen de toroïde hebben. Als we als Ampère lus de hartlijn van de toroïde nemen krijgen we voor $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = 2\pi r B_\phi$. De omsloten stroom is gelijk aan $2\pi r I$, hieruit volgt dat $\vec{B} = \mu_0 NI\hat{\phi}$. Merk op, dat het magnetisch veld hetzelfde is als die van een rechte (oneindig lange) spoel. Een toroïde is in feite een lange spoel waarvan de uiteinden verbonden zijn.