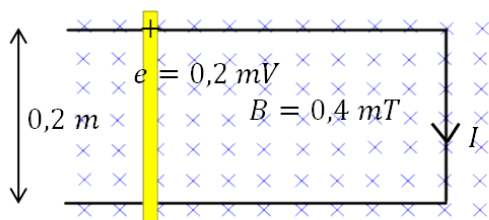


1. Figurerna nedan visar fyra situationer (I – IV) där induktion kan uppstå. Ange för varje situation om induktion uppstår och markera i så fall strömriktningen i figuren. Endast svar krävs!

		(2/0/0)	Tidigare:	Nu:	Åtgärd:
I	<p>Magnetens hastighet</p>	<input type="checkbox"/>			
II	<p>Slingans hastighet</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	inget	inget	ingen
III	<p>Konstant ström</p>	<input checked="" type="checkbox"/>			ingen
IV	<p>Magnetens hastighet</p>	<input type="checkbox"/>			

2. Figuren visar en gul lätttrölig metallstav som ligger på metallskenor.  
 I figuren finns även ett konstant magnetfält med storleken  $B = 0,4 \text{ mT}$   
 När staven rör sig uppkommer en spänning,  $e = 0,2 \text{ mV}$ , som driver en ström i kretsen,  $I$   
 med riktning enligt figuren.



Bestäm hastigheten hos den gula staven till storlek och RIKTNING.

Endast svar krävs!

Hastigheten är:  $2,5 \text{ m/s}$  åt höger (2/0/0)

Hastighetens storlek ges av

$$e = v \cdot B \cdot l \Rightarrow v = \frac{e}{B \cdot l} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2} = 2,5$$

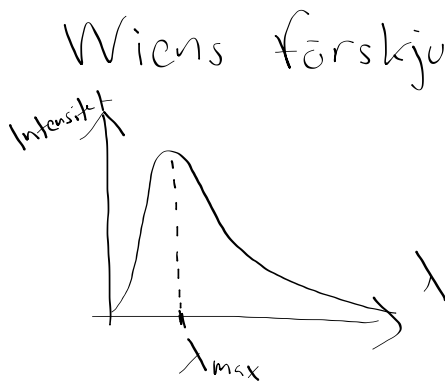
Riktningen ges av högerhandsregeln, via f.ex

"Bussfänsket"  $\times \uparrow F \times$  vilket ger  
 $\times \oplus \times$  riktningen  
 $\times \times \times$  åt höger

3. Intensitetsmaximum för strålningen från stjärnan Betelguese erhålls vid  $\lambda_{max} = 828 \text{ nm}$ . Beräkna temperaturen på Betelgueses yta.  
Glöm ej enhet!  
Endast svar krävs!

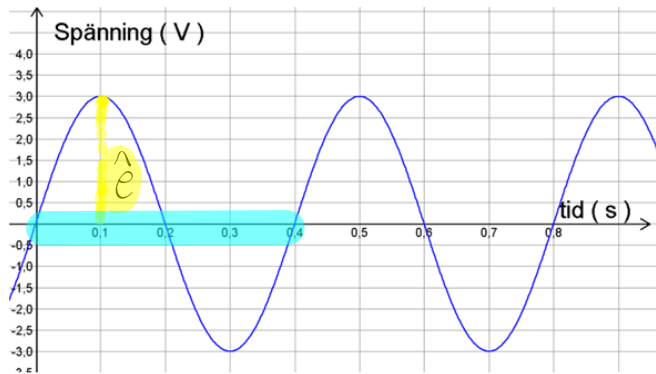
(1/0/0)

Temperaturen är: 3500 K



$$\lambda_{max} = \frac{a}{T} \Rightarrow$$
$$T = \frac{a}{\lambda_{max}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{828 \cdot 10^{-9}} = 3500 \text{ K}$$

4. En slinga roterar med konstant vinkelhastighet i ett magnetfält och en spänning mäts upp mellan slingans ändpunkter. Figuren visar hur denna spänning varierar med tiden.



- a) Vad kallas den typen av spänning som uppkommer?

Endast svar krävs!

Spänningen kallas Växelspänning

(1/0/0)

(Motsvarande ström kallas växelström)

- b) Bestäm spänningens effektivvärde

Endast svar krävs!

Effektivvärdet är: 2,12 V

(1/0/0)

$U_e = \frac{U}{\sqrt{2}} = \hat{e} = 3V$   
[Ur grafen]

- c) Bestäm slingans vinkelhastighet.

Endast svar krävs!

Vinkelhastigheten är  $\frac{\pi}{2}$  radianer/s

(0/1/0)

Ur grafen fås att  $T = 0,4s \Rightarrow$  ett varv tar 4s  
Ett varv är  $2\pi$  radianer

$$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi \text{ radianer}}{0,4 \text{ sek}} = 5\pi$$

5. En fysiklärare påstår att:

- "Induktion måste vara en av de viktigaste upptäckterna för vårt moderna samhälle!"

Vad säger du? Håller du med fysikläraren?

Ge argument för och emot.

(2/2/2)

Induktion är en mycket självklar del för att vårt samhälle ska fungera. Detta främst då den elektricitet vi tar för given via elnätet alstras via induktion.

Tillgången till stabil el har lett till enorma framsteg på många områden, som t.ex utveckling av datorer och industrin.

På så vis kan man på ett naturligt sätt påstå att utan induktionen vore vårt moderna samhälle inte möjligt.

Det finns dock viktiga ingredienser i dagens moderna värld som inte på ett lika självklart sätt bottnar i induktionen, som t.ex upptäckter inom medicin (t.ex antibiotika).

Även inom detta område är det dock tydligt att den stabila el som bottnar i induktionsprincipen har underlättat utvecklingen.

Induktion har dessutom många tillämpningsområden förutom inom generatorer, som t.ex inom magnetisk bromsning, och induktionsspisar.

Därtill innebär växelspanning, som inga batterier kan alstra, möjligheter till transformatorn, som används i såväl hemelektronik som i vårt elnätets funktion.

Sammantaget, alla viktiga upptäckter som ligger till grund för vårt moderna samhälle är inte direkt kopplade till induktion men induktionens bidrag är helt klart så pass stor att jag håller med fysikläraren.

(Kanske också delvis för att jag ÄR fysikläraren...?)

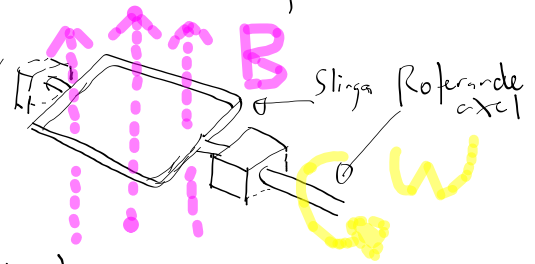
6. Ge en kortfattad förklaring av hur en generator fungerar, och vad den har med *induktion* att göra.

(1/1/1)

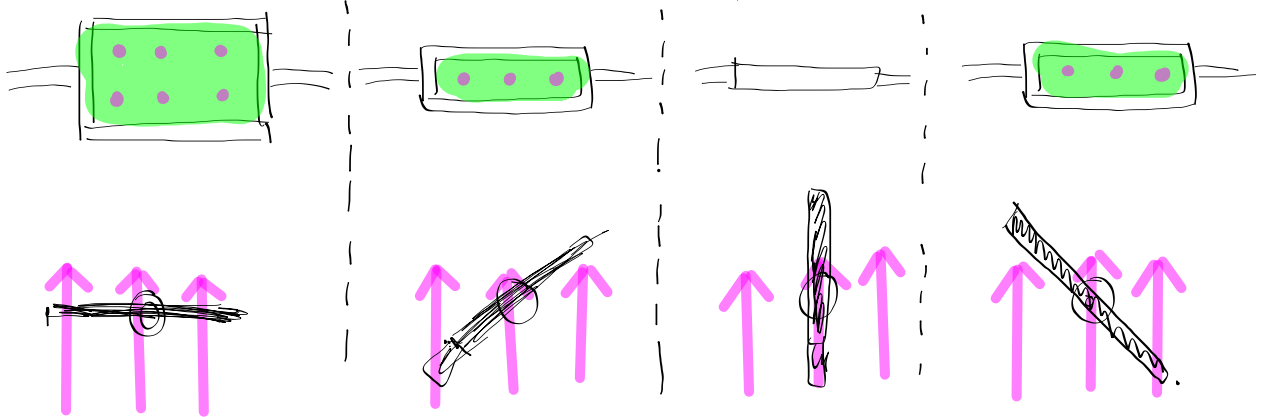
En generator bygger på att med hjälp av rotation få till ett flöde som ändras periodiskt. Den enklaste principen är att ha en metallslinga fäst på en roterande axel placerad i ett konstant magnetfält,

För att få högre spänning

kan dock slingan bytas ut mot en (eller flera) spolar monterade på samma axel.

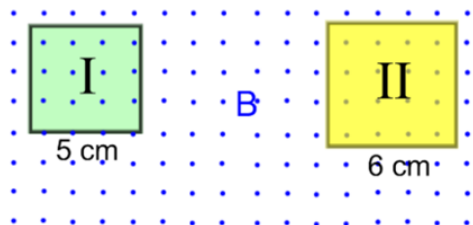


Generatoren bygger på induktion vilket märks av att den genererade spänningen fås via flödesförändringen i slingan och rotationens roll i det hela är helt enkelt att "ändra den **vinkelräta** **arean**", och därmed ändra flödet.



7. Figuren visar två stycken kvadratiska metallslingor i samma konstanta homogena magnetfält sedda uppifrån. Slinga I består av 3 varv och slinga II består av 2 varv.

- a) Undersök vilken av slingorna som passerar av största flödet (2/0/0)  
b) Undersök i vilken av slingorna det går störst inducerad ström. (0/1/0)



Flöde definieras som  $\Phi = B \cdot A$

- a) Eftersom båda slingorna är i samma homogena magnetfält kommer "B" vara lika för båda två.

Störst flöde har den med störst TOTAL area:

$$A_I = A_{1 \text{ varv}} \cdot \text{Antal varv} = 25 \cdot 3 = 75 \text{ cm}^2$$

$$A_{II} = A_{1 \text{ varv}} \cdot \text{Antal varv} = 36 \cdot 2 = 72 \text{ cm}^2$$

$\Rightarrow$  Slinga I passerar av störst flöde.

- b) För inducerad ström krävs att flödet FÖRÄNDRAS. I båda slingornas fall är flödet konstant. Därför induceras ingen ström i någon av dem.

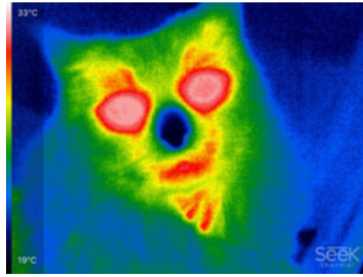
$\Rightarrow$  Lika stor (ingen alls...) inducerad ström i båda två.

8. Bilden till höger, som föreställer en katt, är fotad med s.k. värmekamera – Seek Thermo Extended Range.

Cyberphoto, som säljer kameran skriver:

Egentligen så är det bara att sätta dit kameran och ta bilder, det kan inte bli enklare.

Fungerar i totalt mörker lika väl som i fullt dagsljus.

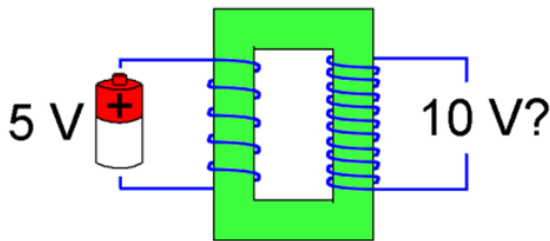


Förklara hur det är fysikaliskt möjligt att ta bilder av katten även i totalt mörker. (1/1/1)

Mörker är i praktiken bara frånvaro av synligt ljus. Det finns dock kvar andra våglängder som normalt är "osynliga" för våra ögon (därav mörkret). Dessa kan dock registreras av andra instrument, i detta fall en värmekamera.

Den strålning som här registreras, "infraröd" är s.k. termisk strålning som sänds ut från alla föremål. Intensiteten och de dominerande våglängderna ökar dock REJÄLT med stigande temperatur. Katten har högst temp. på bilden och skickar därför ut mkt mer strålning än omgivningen. Detta "översätts" till synligt ljus i kameran.

9. Kurt vill ändra spänningen på sitt batteri från 5 V till 10 V. Han föreslår då att använda en transformator där antalet varv på ena sidan är 5 och på andra sidan 10. Kommer Kurts idé att fungera? *Motivera ditt svar.* (1/1/0)



En transformator kommer kunna förändra spänning enligt varvförhållandet – "Sidan med flest varv ger högst spänning".

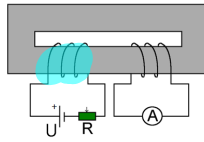
Här gäller  $N_2 = 10$   $N_1 = 5$  vilket ger en faktor  $\frac{10}{5} = 2$  mellan spänningarna (iaf idealiskt)

5 V borde då kunna transformeras till

$$5 \cdot 2 = 10 \text{ V.}$$

Dock kommer det ändå inte fungera i detta fall eftersom en transformator bara fungerar med växelspanning och ett batteri levererar likspanning.

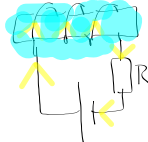
10. Figuren till höger visar två stycken spolar som sitter på samma järnkärna.  
 Till den vänstra spolen finns en spänningsskälla,  $U$  och ett vridbart motstånd,  $R$   
 När motståndet ändras kommer strömmen i den vänstra kretsen ändras.  
 Till den högra spolen finns endast en amperemeter inkopplad.  
 Beskriv kortfattat vad som händer i den högra kretsen om man i den vänstra kretsen...



- a) ...håller resistansen,  $R$ , konstant  
 b) ...ökar resistansen,  $R$

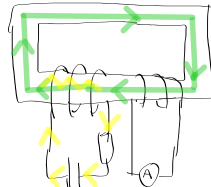
(1/0/0)  
 (0/1/1)

I den vänstra kretsen löper en ström enligt:



Det innebär att spolen kommer att omges av ett magnetfält med riktning åt vänster inuti spolen (enligt högerhandsregeln)

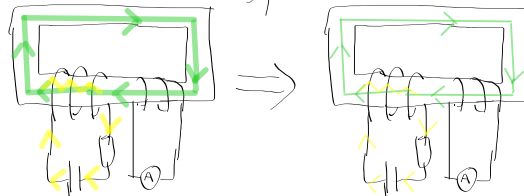
Detta magnetfält följer järnkärnan, dvs:



Älså länge strömmen i den vänstra kretsen är konstant är flödet konstant, och inget händer i högra kretsen

b) Om resistansen  $R$  ökar kommer dock strömmen att minska enligt Ohms lag:  $I = \frac{U}{R}$

Da kommer också flödet att minska (men fortfarande samma riktning), dvs



Stor ström  $\Rightarrow$  starkt flöde

liten ström  $\Rightarrow$  svagt flöde

Förändringen av flödet i den högra spolen kommer då att ge upphov till en ström vars riktning ges av Lenz lag:



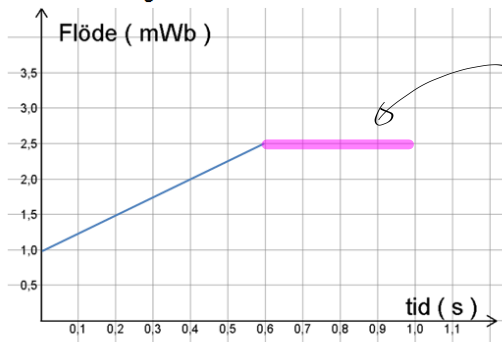
I den högra spolen ska alltså ett magnetfält med riktning enligt "Åtgärd" skapas:

Detta kräver en ström vars riktning ges av högerhandsfånlet, och vars storlek beror av hur snabbt resistansen



11. En spole med 100 varv är inkopplad i en strömkrets med den totala resistansen  $5\text{ k}\Omega$

Genom spolen passerar ett magnetiskt flöde som varierar enligt diagrammet, men som *aldrig* är noll.



Ex p: svar till b)  
 Flödets storlek är eg.  
 ovidkommande (dock större än noll)  
 enligt uppgiften  
 men derivaten  
 ska vara noll i intervallet.

a) Beräkna strömmen som går i kretsen vid tidpunkten  $t = 0,4\text{ s}$  (1/1/0)

b) Mellan  $t = 0,6\text{ s}$  och  $t = 1,0\text{ s}$  slutar det gå ström i kretsen.  
 Markera i grafen hur flödet ser ut i detta intervall. (0/1/0)  
 Endast svar krävs!

a) Spänningen i ett varv ges av derivatan.  
 Vid  $t = 0,4$  gäller: "Rät linje igenom  
 $(0,4; 2,0)$  och  $(0; 1,0)$ "

$$e = k = \frac{2 - 1}{0,4 - 0} = \frac{1}{0,4} \text{ mWb/s} = 2,5 \text{ mV}$$

$$\begin{aligned} \text{Total spänning} &= \text{Antal varv} \cdot \text{Spänningen i ett varv} \\ &= 100 \cdot 2,5 \text{ mV} = 0,25 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I \text{ ges av Ohms lag: } I &= \frac{e}{R} = \frac{0,25}{5 \cdot 10^3} \\ &= 5 \cdot 10^{-5} \text{ A} = 50 \mu\text{A} \end{aligned}$$

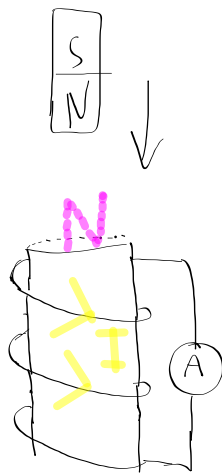
b) Se exemplet i figuren.

Redogör, gärna med figurer, för induktionsbegreppet genom att:

- ge ett exempel på ett experiment där induktion kan påvisas.
- förklara så noggrant du kan vad som händer i experimentet.

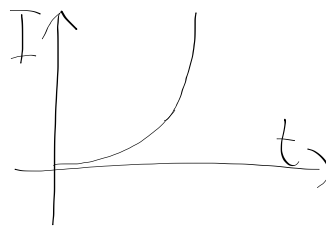
Koppla en spole till en amperemeter och släpp en starmagnet igenom spolen.

När magneten närmar sig kommer spolen att "vilja" stöta bort den, och därmed induceras en ström med riktning så att spolen "blir" en elektromagnet med rätt polaritet:

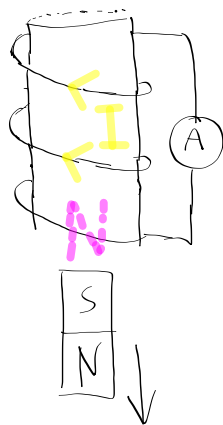


Strömmens storlek är dock inte konstant utan beror på magnetens avstånd (eg. flödesförändringen i spolen)

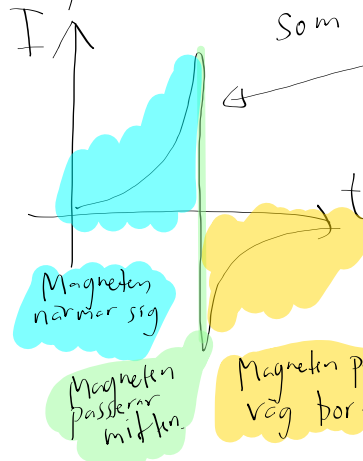
Eftersom den accelererar i fallet fås (typ) följande ström-tid-graf.



När magneten är i mitten av spolen "ändrar sig" spolen och vill istället ha tillbaka magneten (pga Lenz lag). De gäller istället att strömmen byts. För I-t-grafen märks det



som en "typ asymptot"



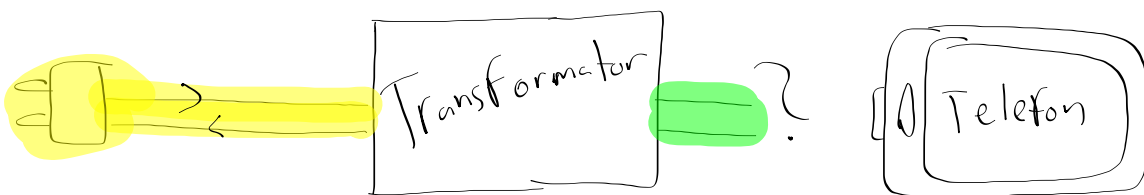
13. En gymnasieelev undrar hur det kan komma sig att en mobilladdare drar ström även om man inte har sin mobiltelefon inkopplad i andra änden.

Eleven vet att det inuti laddaren finns en transformator, men tycker att telefonen borde krävas för att skapa en sluten krets.

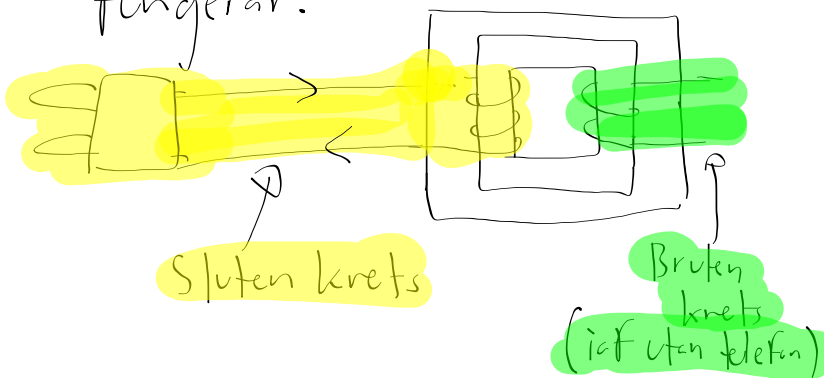
Vad svarar du eleven?

(0/1/1)

Det är sant att det krävs en sluten krets för att det ska flyta en ström.



Nyckeln ligger dock i hur transformatorn fungerar.



Det är inte två ändar av samma krets, och även om den krets där telefonen kan kopplas in är bruten

är primärkretsen intakt. Därför går det ström i genom primärspolen, oavsett om telefonen är i eller inte i andra änden (Dra ut laddare som inte används)

14. Förklara översiktligt principen för hur magnetisk bromsning fungerar, samt ge exempel ifrån det moderna samhället när den principen används.

(1/2/0)

Principen bygger på Lenz lag, och innebär att en bromsande kraft uppkommer om en solid ledare passerar ett magnetfält.

Ett sätt att beskriva det är via

exemplet i uppg. 15, dvs:

En metall med en viss hastighet i ett magnetfält  $\Rightarrow$  Inducerad spänning  $\Rightarrow$  "Intern" ström  $\Rightarrow$

Ledare i magnetfält  $\Rightarrow$  " $F = B \cdot I \cdot l$ "  $\Rightarrow$  Inbromsning!  
där riktningen blir mot hastighetsriktningen

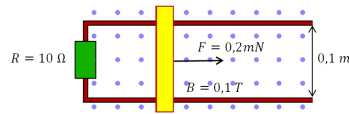
Notera att om hastigheten är noll induceras ingen spänning.

Detta används ibland istället för mekaniska bromsar eftersom det inte sliter lika hårt på ytorna. (ingen kontakt) | tex bilbromsar, eller inbromsning av åkattraktioner på nöjesfält. <sup>behövs</sup>

Även vid elektriska motionscyklar, där ökat motstånd fås då magnetfältet ökar.

15. Utgå från en liknande uppställning som den i uppgift 2 – en gul lätttrörlig stav glider på metallskenor kopplade till ett motstånd samtidigt som uppställningen är i ett vinkelrätt magnetfält med storleken  $B = 0,1\text{ T}$ . Anta att både skenor och magnetfältet fortsätter en mycket lång väg åt höger och att staven utsätts för en konstant kraft,  $F = 0,2\text{ mN}$ , åt höger. Efter en viss tid kommer stavens hastighet bli konstant.

- a) Förklara varför stavens hastighet inte fortsätter öka hela tiden trots att kraften  $F$  är konstant (0/1/1)  
 b) Visa med beräkningar att stavens största hastighet blir  $20\text{ m/s}$  (0/1/1)



- a) När staven börjar öka kommer den att inducera en spänning, som ger upphov till en **ström** som åker igenom staven.



Sambandet befinner sig staven alltså i magnetfältet:

"ledare i magnetfält  $\Rightarrow$   
 $F_B = B \cdot I \cdot l$ "

Högerhandsregeln gör den **kraftens riktning** till



Storleken av  $F_B$  beror på strömmen, som i sin tur beror på hastigheten.

$F_B$  ökar  $\Rightarrow F_{res} \rightarrow 0 \Rightarrow \text{Acc. slutar} \Rightarrow$  Strömmen konstant

Da strömmen är konstant har ett jämviktsläge mellan krafterna infunnit sig. Så länge  $F$  är lika stor gäller da att hastigheten är konstant.

(Om  $F$  då upphör uppstår en naturlig inbromsning (s.k. "magnetisk bromsning") da  $F_B$  finns kvar så länge hastigheten finns)

- b) Vilken  $v$  ger  $F_B = F$ ?

$F_B = B \cdot I \cdot l$  där  $I$  ges av Ohms lag

$I = \frac{e}{R}$  och  $e$  beror av hastigheten:  $e = v \cdot B \cdot l$

Detta ger:

$F_B = B \cdot \frac{v \cdot B \cdot l}{R} \cdot l = \frac{v \cdot B^2 \cdot l^2}{R}$

Det  $v$  som ger denna kraft till

$F = 0,2\text{ mN}$  (och därmed kraftjämvikt och ingen fortsatt acceleration)

blir da:  $F_B = 0,2 \cdot 10^{-3}$

$\frac{v \cdot B^2 \cdot l^2}{R} = 0,2 \cdot 10^{-3}$

$v = \frac{R \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}}{B^2 \cdot l^2} = \left[ \begin{matrix} R = 10\Omega \\ B = 0,1\text{ T} \\ l = 0,1\text{ m} \end{matrix} \right]$

$= \frac{10 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}}{0,1^2 \cdot 0,1^2} = 20\text{ m/s vsv.}$