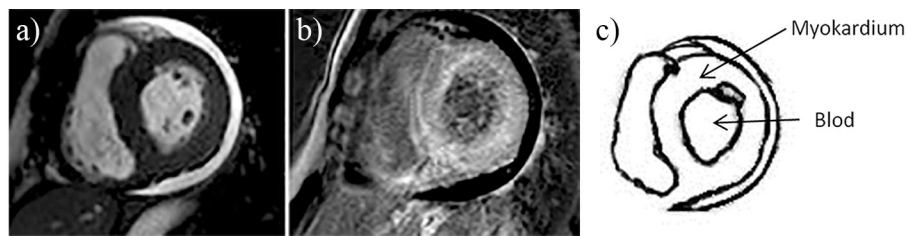


1. Figur 2 a-b visar två MR-bilder av hjärtat. Bilderna har tagits i ett kortaxelsnitt av hjärtat där vänsterkammarens muskel (myokardium) och hålrum (blod) är synliga enligt markering i den schematiska bilden i figur 2 c.

a) Vilken typ av kontrast har bilden i figur 2a? Ange även hur TE och TR har valts för att få denna typ av kontrast samt varför de valda TR och TE ger upphov till den kontrasten. **(2p)**

b) Vilken typ av kontrast har bilden i figur 2b? Ange även hur TE och TR har valts för att få denna typ av kontrast samt varför de valda TR och TE ger upphov till den kontrasten. **(2p)**

c) Beskriv hur bildernas kontrastupplösning skulle kunna förbättras. **(1p)**



Figur 2. MR-bilder i kortaxel av hjärtat (a-b) samt schematisk bild av det avbildade planet i hjärtat (c).

2. En protondensitetsviktnad MR-bild tas av ett 2D-snitt av hjärnan med följande inställningar: TR = 3000 ms TE = 20 ms, *field of view* = 10 x 10 cm och matrisstorleken 200 x 200 pixlar.

a) Uppskatta den temporala upplösningen samt beskriv två sätt för att förbättra den. **(2p)**

b) Uppskatta bildens spatiella upplösning samt beskriv två sätt för att förbättra den. **(2p)**

c) Vilken/vilka faktorer nedan påverkar slice-tjockleken? Motivera varför. **(2p)**

1) Hur länge gradienten är påslagen

2) Lutningen på gradienten

3) Styrkan (T) på B₀

4) Riktningen på B₀

5) Amplituden på RF-signalen

6) Bandbredden på RF-signalen

7) Frekvensen på RF-signalen

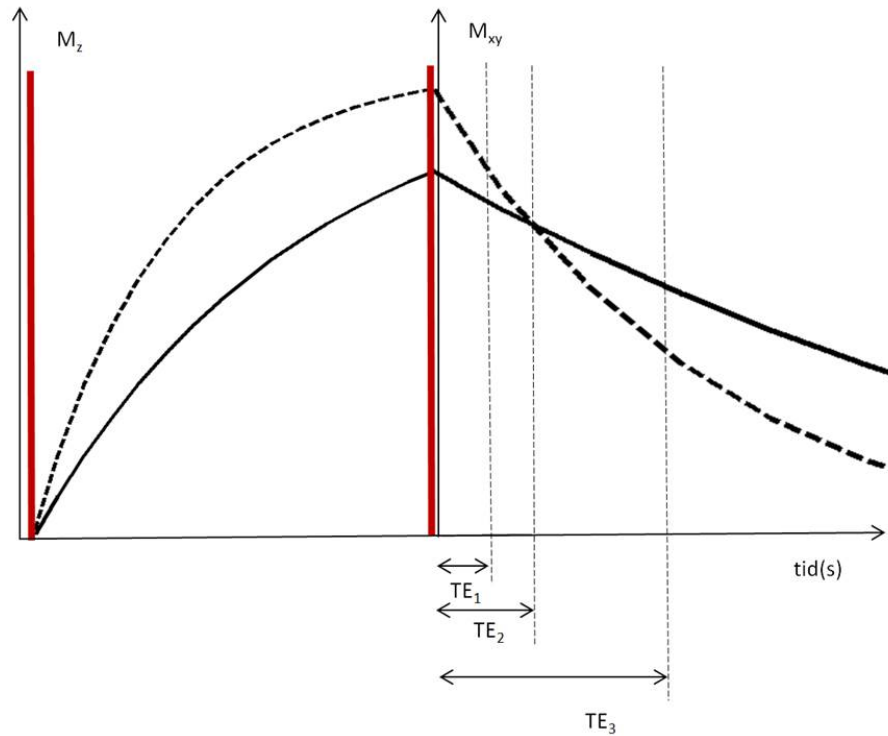
3. Figur 3 visar hur M_z (vänstra delen av bilden) och M_{xy} (högra delen av bilden) varierar över tid under en bildtagningssekvens för fett (streckad linje) och vatten (heldragen linje). De röda vertikala strecken motsvarar 90° -pulser. Vilken typ av kontrast blir det i bilden om TE väljs som:

a) TE_1 ? (1p)

b) TE_2 ? (1p)

c) TE_3 ? (1p)

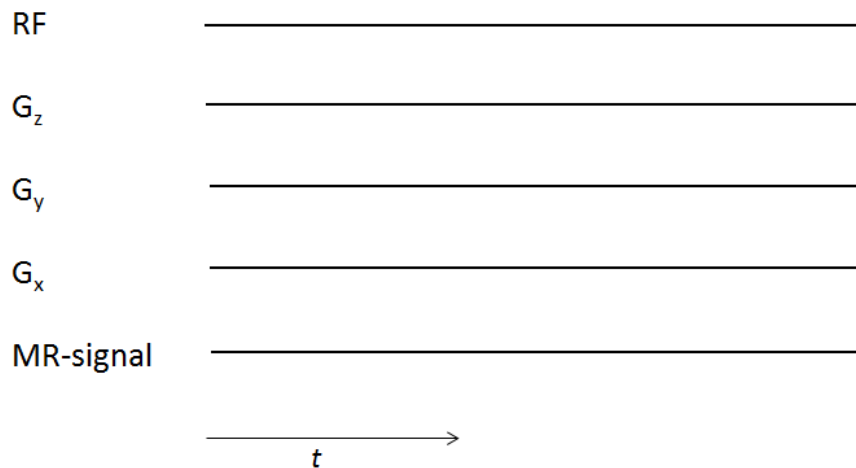
Motivera ditt svar. Felaktig motivering ger 0 p.



Figur 3. Variation av M_z och M_{xy} under en bildtagningssekvens.

4. Bilden nedan visar tidsaxlar för när RF-signaler skickas ut, gradienter slås på (G_z = gradienten i z-led, G_y = faskodningsgradienten, G_x = frekvenskodningsgradienten) samt MR-signalen läses av.

a) Rita av bilden nedan och markera på tidsaxlarna när 90° -pulsen och 180° -pulsen ska skickas in, när de tre gradienterna ska vara påslagna samt när MR-signalen ska läsas av i en spin-ekosekvens. Markera även TR och TE på tidsaxlarna. (6p)



b) Hur bör TR och TE väljas i sekvensen ovan för att få en T1-viktad bild på hjärnan? Utgå från värdena i tabellen, motivera kort ditt svar och ange svaret i sekunder. (2p)

	T_1	T_2
Cerebrospinalvätska	2500 ms	1000 ms
Vit hjärnsubstans	780 ms	90 ms
Grå hjärnsubstans	920 ms	100 ms

c) Vad blir ljusst respektive mörkt i bilden i b)? Förklara varför. (2p)

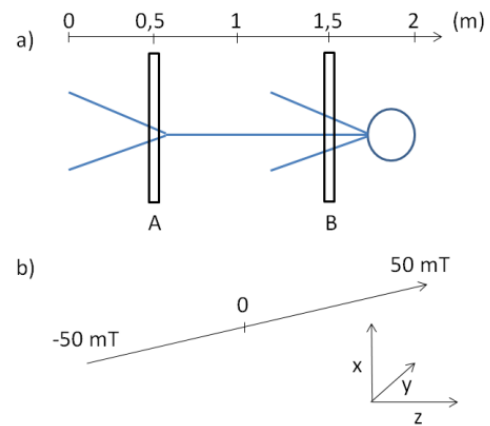
5. Nedan beskrivs fyra händelser som sker efter varandra (a, b, c, d) för att ta en MR-bild på en patient som är 2 m lång. Förklara för var och en av händelserna vad som händer med magnetiserings-vektorererna M_{xy} och M_z i tvärsnitt A och B i figur a när:

a) patienten placeras i ett stationärt magnetfält på 1 T. **(2p)**

b) ett gradientfält med storleken 50 mT/m slås på i z-led enligt figur b. **(2p)**

c) en RF-puls med centerfrekvens 42,57 MHz träffar patienten. **(2p)**

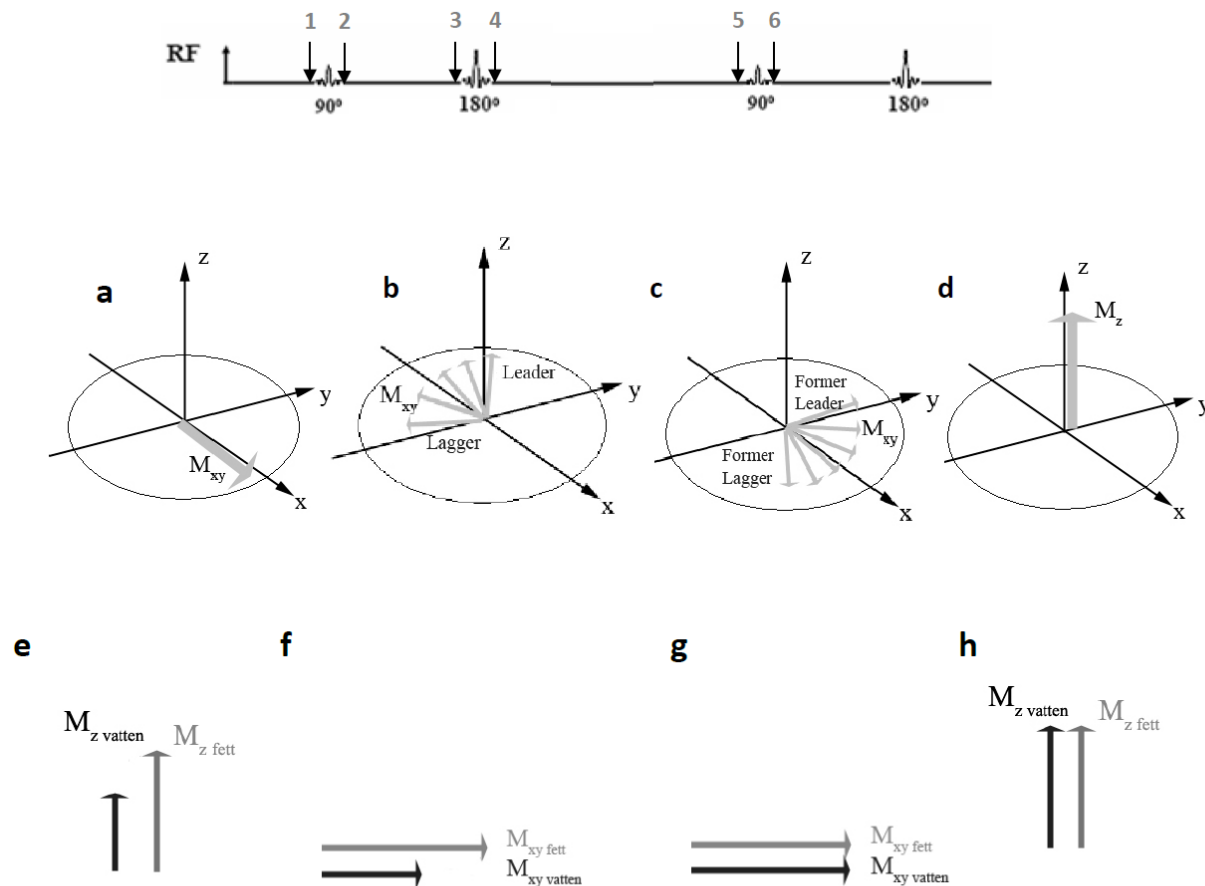
d) en RF-puls med centerfrekvens 43,63 MHz träffar patienten. **(2p)**



6. Nedan ses en spinneko-sekvens där sex olika tidpunkter är markerade (1-6). Din uppgift är att placera in figurerna a-h vid rätt tidpunkt. Figurerna a-d visar magnetiseringsvektorer för godtycklig vävnad. Figurerna e-h visar nettomagnetiseringsvektorerna för fett och vatten.

Observera att antalet figurer är större än antalet tidpunkter. Vid vissa tidpunkter bör således flera figurer placeras. Huvudmagnetfältets riktning är i z-led.

Utöver detta ska TE och TR markeras i spinneko-sekvensen. Motivera efter vilka kriterier TE och TR ska väljas för att få en T1-viktad bild som framhäver fett. Tabellen visar relaxationstiderna vid 1T för fett och vatten. (7p)



Vävnad	$T_1(\text{ms})$	$T_2(\text{ms})$
Fett	250	80
Vatten	3000	3000