



Inhoudsopgave

4	32 uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 4	4-4
4.1	Waarom dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?	4-4
4.2	Formularium	4-5
4.2.1	Magnetische veldsterkte	4-5
4.2.2	Elektrische veldsterkte.....	4-5
4.2.3	Elektrische lading Q stroom I en spanning U	4-5
4.2.4	Wat bepaalt de capaciteit van een condensator?.....	4-6
4.2.5	Spoelen en zelfinductie	4-6
4.2.6	De tijdconstante τ	4-7
4.2.7	Parallel- en serieschakeling van condensatoren.....	4-8
4.2.8	Parallel- en serieschakeling van spoelen	4-8
4.3	Opgaven	4-10
4.3.1	Opgave 4-1.....	4-11
4.3.2	Opgave 4-2.....	4-12
4.3.3	Opgave 4-3.....	4-13
4.3.4	Opgave 4-4.....	4-14
4.3.5	Opgave 4-5.....	4-15
4.3.6	Opgave 4-6.....	4-16
4.3.7	Opgave 4-7.....	4-17
4.3.8	Opgave 4-8.....	4-18
4.3.9	Opgave 4-9.....	4-19
4.3.10	Opgave 4-10.....	4-20
4.3.11	Opgave 4-11.....	4-21
4.3.12	Opgave 4-12.....	4-22
4.3.13	Opgave 4-13.....	4-23
4.3.14	Opgave 4-14.....	4-24
4.3.15	Opgave 4-15.....	4-25
4.3.16	Opgave 4-16.....	4-26
4.3.17	Opgave 4-17.....	4-27
4.3.18	Opgave 4-18.....	4-28



4.3.19	Opgave 4-19.....	4-29
4.3.20	Opgave 4-20.....	4-30
4.3.21	Opgave 4-21.....	4-31
4.3.22	Opgave 4-22.....	4-32
4.3.23	Opgave 4-23.....	4-33
4.3.24	Opgave 4-24.....	4-34
4.3.25	Opgave 4-25.....	4-35
4.3.26	Opgave 4-26.....	4-36
4.3.27	Opgave 4-27.....	4-37
4.3.28	Opgave 4-28.....	4-38
4.3.29	Opgave 4-29.....	4-39
4.3.30	Opgave 4-30.....	4-40
4.3.31	Opgave 4-31.....	4-41
4.3.32	Opgave 4-32.....	4-42
4.4	Uitwerkingen.....	4-43
4.4.1	Uitwerking van Opgave 4-1	4-44
4.4.2	Uitwerking van Opgave 4-2	4-45
4.4.3	Uitwerking van Opgave 4-3	4-46
4.4.4	Uitwerking van Opgave 4-4	4-47
4.4.5	Uitwerking van Opgave 4-5	4-48
4.4.6	Uitwerking van Opgave 4-6	4-49
4.4.7	Uitwerking van Opgave 4-7	4-50
4.4.8	Uitwerking van Opgave 4-8	4-51
4.4.9	Uitwerking van Opgave 4-9	4-52
4.4.10	Uitwerking van Opgave 4-10	4-53
4.4.11	Uitwerking van Opgave 4-11	4-54
4.4.12	Uitwerking van Opgave 4-12	4-55
4.4.13	Uitwerking van Opgave 4-13	4-56
4.4.14	Uitwerking van Opgave 4-14	4-57
4.4.15	Uitwerking van Opgave 4-15	4-58
4.4.16	Uitwerking van Opgave 4-16	4-59
4.4.17	Uitwerking van Opgave 4-17	4-60



4.4.18	Uitwerking van Opgave 4-18	4-61
4.4.19	Uitwerking van Opgave 4-19	4-62
4.4.20	Uitwerking van Opgave 4-20	4-63
4.4.21	Uitwerking van Opgave 4-21	4-64
4.4.22	Uitwerking van Opgave 4-22	4-65
4.4.23	Uitwerking van Opgave 4-23	4-66
4.4.24	Uitwerking van Opgave 4-24	4-67
4.4.25	Uitwerking van Opgave 4-25	4-68
4.4.26	Uitwerking van Opgave 4-26	4-69
4.4.27	Uitwerking van Opgave 4-27	4-71
4.4.28	Uitwerking van Opgave 4-28	4-72
4.4.29	Uitwerking van Opgave 4-29	4-73
4.4.30	Uitwerking van Opgave 4-30	4-74
4.4.31	Uitwerking van Opgave 4-31	4-75
4.4.32	Uitwerking van Opgave 4-32	4-76

4 32 uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 4

4.1 Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?


De voornaamste functie van deze bundel is dat je de kennis die je in cursushoofdstuk 4 hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

Het is niet de bedoeling, maar ook niet verboden, om te proberen het examen te halen door je enkel te trainen met examenvragen. Er bestaan mensen die op die manier het examen hebben gehaald. Bedenk dat sinds begin 2000 ongeveer 1400 examenvragen zijn gesteld. Die weg is daarom tijdrovend en de slagingskans niet groot. Bedenk ook dat examenvragen die op elkaar lijken, vaak niet precies gelijk zijn en dat de antwoorden op meerkeuzevragen niet altijd in dezelfde volgorde staan of precies gelijk zijn aan hun voorgangers. Of snappen sommigen de stof geleidelijk aan toch als ze maar heel veel examenvragen maken? Wie het weet, mag het zeggen.

Wel verwachten de schrijvers dat de opgedane kennis door het bestuderen en maken van de vragen scherper in je hoofd wordt geprent dan zonder examentraining. Want training is het natuurlijk wel.

Advies: maak in elk geval eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna de verkorte versie nog een keer door om te zien of alles bekend is en begin pas daarna aan de examenvragen in deze bundel.

De opgaven zitten in twee paragrafen. De eerste geeft alleen de opgaven. Zo kun je die maken zonder ongewild het antwoord toch te zien. Een gele pijl in een blauw veld aan het eind van elke opgave brengt je naar de uitwerking. Deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

De uitwerking begint met de opgave en het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongewoon dat je via een andere weg ook tot een goed antwoord komt. Leg dan beide antwoorden naast elkaar en vergelijk.

Bij veel opgaven begint de uitwerking met een korte analyse. Tenslotte is de eerste vraag die een examenkandidaat zich bij elke examenvraag moet stellen er één van “hoe zit dit precies in elkaar?”. Kort gezegd: begrijp wat je doet.


Aan het eind van een uitwerking kun je via een rode pijl in een blauw veld terug naar de opgave.

Dat is deze:



Terug naar de opgave

Via eenzelfde pijl, maar dan groen, kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt elke cursist aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om wat anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe. Voor wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 4.4.

4.2 Formularium

4.2.1 Magnetische veldsterkte

De eenheid is ampère per meter, A/m of Am^{-1} . Het symbool is H . Een stroomvoerende spoel heeft een aaneengesloten magnetisch veld binnen en buiten de spoel. Een enkele draad heeft een magnetisch veld met veldlijnen rondom de draad. Linksom als de technische stroomrichting naar je toe is, rechtsonom als deze van je af is. Dit laatste is geen exameneis meer, maar opgaven komen soms nog voor.

4.2.2 Elektrische veldsterkte

De eenheid is volt per meter, V/m of Vm^{-1} . Het symbool is E .

Een elektrisch veld ontstaat bij aanwezigheid van een positieve en een negatieve lading, bijvoorbeeld twee platen van een condensator. Vergelijking:

$$E = \frac{U}{d}$$

Daarin is U de spanning tussen de ladingen en d de afstand tussen de geladen platen.

4.2.3 Elektrische lading Q stroom I en spanning U

In hoofdstuk 3 vonden we het verband

$$I = \frac{Q}{t}$$

Of in woorden: stroom is lading per tijd.

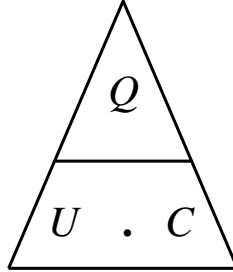
De spanning U over een condensator is evenredig met de lading Q en omgekeerd evenredig met de capaciteit C

$$U = \frac{Q}{C}$$

Dat is hetzelfde als

$$Q = UC$$

En in de vorm van de van hoofdstuk 3 bekende driehoek wordt dat:



4.2.4 Wat bepaalt de capaciteit van een condensator?

De capaciteit van een condensator is evenredig met de oppervlakte A van de platen, de diëlektrische constante (*permittiviteit*) ϵ_r van het diëlektricum dat ook wel *middenstof* wordt genoemd en omgekeerd evenredig met de plaatafstand d :

$$C = 0,0855 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

De grootheid C staat hier in pF, dus 10^{-12} F. F staat voor farad (naar de Engelse natuurkundige Michael Faraday, vandaar de hoofdletter).

Een condensator van 1 F heeft een spanning van 1 V bij een lading van 1 coulomb. De eenheid farad is (veel) te groot voor gebruikelijke elektronische toepassingen, vandaar het gebruik van pF tot en met μF .

4.2.5 Spoelen en zelfinductie

De eenheid van zelfinductie is de henry, symbool H. De grootheid zelfinductie, symbool L , wordt ook wel *coëfficiënt van zelfinductie* genoemd.

Sluit een spanning van 1 V aan op een spoel van 1 H en de stroomsterkte I verandert met 1 A/s. Als de beginstroom 0 is, geldt voor de stroom I na t seconden

$$I = \frac{Ut}{L}$$

De zelfinductie van een spoel is evenredig met de doorsnede A (let op: doorsnede is oppervlakte; niet te verwarren met diameter die 2 keer de straal is), de magnetische permeabiliteit μ en het kwadraat van het aantal windingen n en omgekeerd evenredig met de lengte l . Voor een spoel die in één laag is gewikkeld en veel langer dan dik is, geldt

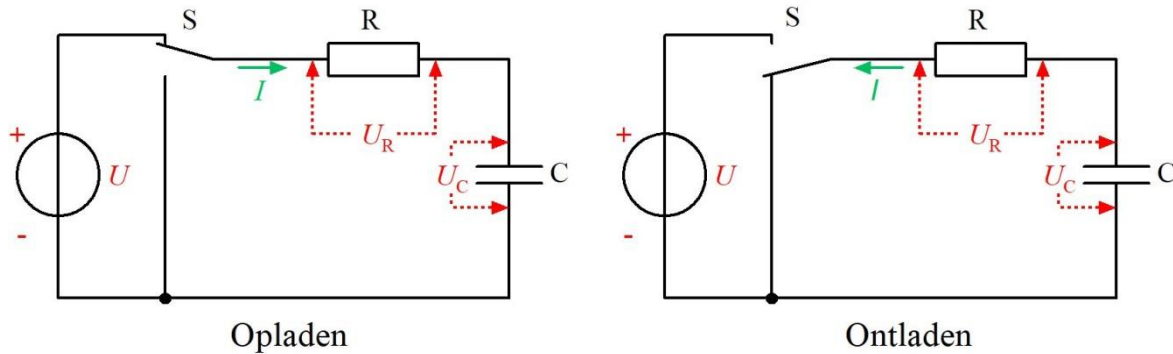
$$L = \frac{\mu_0 \mu_r n^2 A}{l}$$

Ondanks de beperking van de vergelijking wordt er in zendexamens consequent vanuit gegaan. De twee symbolen μ vragen uitleg. μ_0 is de permeabiliteit van luchtledig (vacuüm). De grootheid μ_r is het aantal malen dat de permeabiliteit van het diëlektricum

groter is dan die van vacuüm. Het is de *relatieve* diëlektrische constante, vandaar de letter ϵ_r . De relatieve diëlektrische constante van lucht is vrijwel gelijk aan 1.

4.2.6 De tijdconstante τ

De tijdconstante beschrijft de snelheid waarmee een condensator zich ontladst via een weerstand of de stroom door een kortgesloten serieschakeling van een spoel en een weerstand uitdooft. We doen eerst de condensator (zie plaatje)

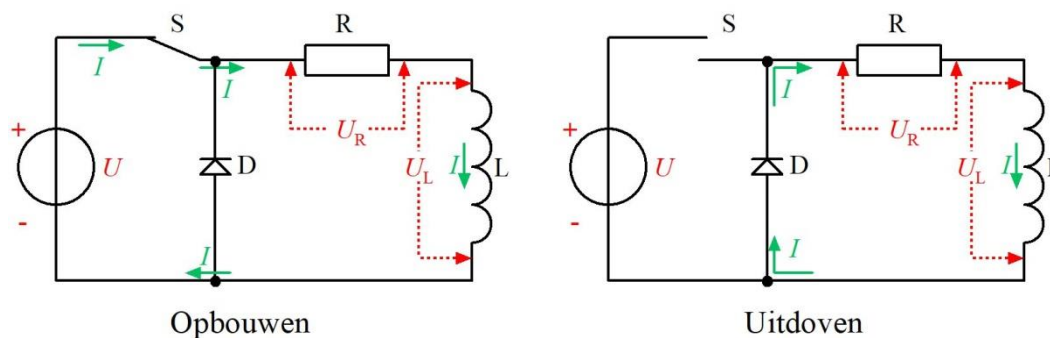


Voor de tijdconstante τ die wordt uitgedrukt in seconden geldt

$$\tau = RC$$

Voor het opladen geldt dat na een tijd τ de spanning over C 63,2% (1-36,8%) van zijn eindwaarde heeft bereikt. Bij het ontladen geldt dat na een tijd τ de spanning over C nog 36,8% van zijn oorspronkelijke waarde over heeft. De 36,8% wordt vaak afgerond op 37%. Laad- en ontladgrafieken en oscilloscoopgrafieken staat in het cursusboek.

Bij een zelfinductie (spoel) is het niet de spanning, maar de stroom die zich opbouwt en uitdooft. Zie het plaatje hieronder. De diode is de vonkblusdiode (meer in het cursusboek)



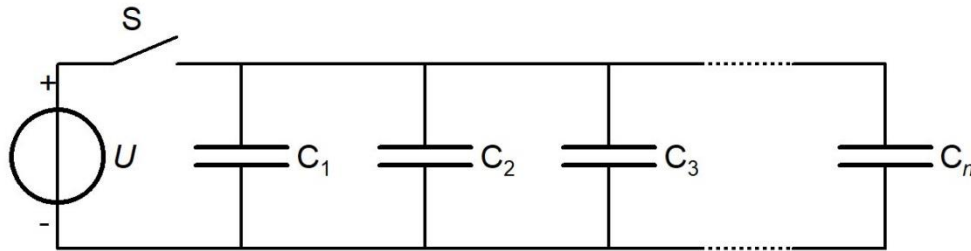
De vergelijking voor de tijdconstante bij een RL-schakeling is

$$\tau = \frac{L}{R}$$

Het verhaal van opbouw en uitdoven is hetzelfde als voor de RC-schakeling, maar heeft nu betrekking op de stroom. Ook hiervoor staan grafieken in de cursustekst. Ze zien er precies zo uit als die voor de RC-schakeling en ook hier geldt de 36,8% (37%).

4.2.7 Parallel- en serieschakeling van condensatoren

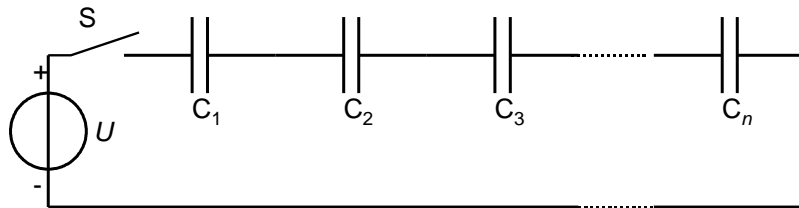
Net als weerstanden zijn condensatoren parallel of in serie te schakelen met als resultaat een vervangingswaarde van de capaciteiten. De berekening is alleen andersom ten opzichte van die bij weerstanden. Bij parallelschakeling van condensatoren worden de capaciteiten opgeteld om de vervangende capaciteit te vinden en bij serieschakeling de omgekeerde waarden van de capaciteiten om de omgekeerde waarde van de vervangende capaciteit te vinden. Parallelschakeling als schema:



En als vergelijking:

$$C_{tot} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Serieschakeling als schema:



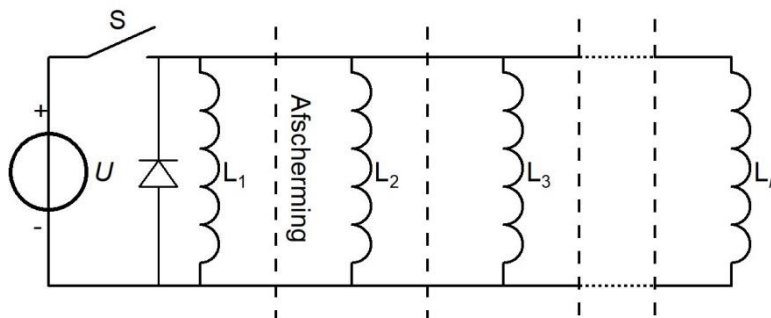
En als vergelijking:

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

4.2.8 Parallel- en serieschakeling van spoelen

Voor spoelen gaat het net als bij weerstanden. Ze moeten dan wel onderling magnetisch zijn afgeschermd:

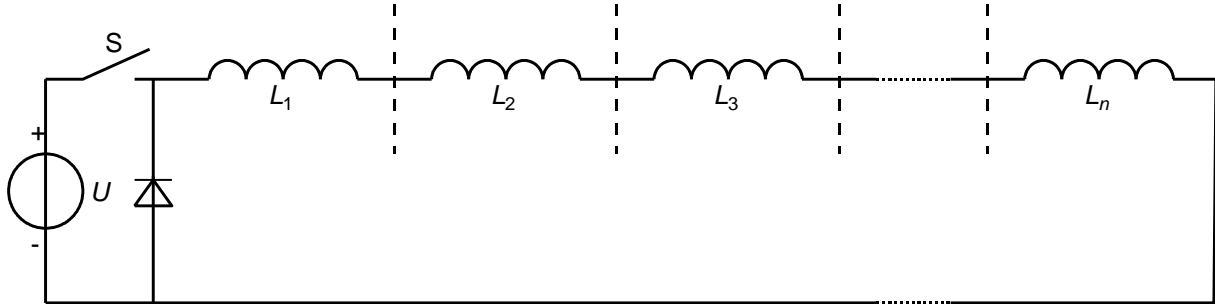
Parallel geschakelde spoelen in schematekening (met vonkblusdiode getekend)



Een als vergelijking:

$$\frac{1}{L_{tot}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

In serie geschakelde spoelen, getekend met afscherming en met vonkblusdiode:



En als vergelijking

$$L_{tot} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$



4.3 Opgaven




4.3.1 Opgave 4-1

Een in een enkele laag gewikkelde spoel wordt vervangen door een spoel die 10% langer is. De overige eigenschappen (aantal windingen, diameter, kernmateriaal) blijven gelijk. De zelfinductie is nu

- A. Kleiner
- B. 10% groter
- C. Ongewijzigd
- D. 20% groter

(F-examen april 2009, mei 2009 (1), September 2009 (2), mei 2011 (2), januari 2013, mei 2013 (2), September 2014 (1), 01-03-2017, 06-03-2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.2 Opgave 4-2

In een kring wordt aan de vaste condensator van 250 pF een afstemcondensator met een minimumwaarde van 10 pF parallel geschakeld. De afstemcondensator heeft een capaciteitsvariatie van 500 pF. De kring ziet een capaciteitsvariatie van

- A. 260 tot 760 pF
- B. 250 tot 740 pF
- C. 250 tot 750 pF
- D. 240 tot 270 pF

(F-examen september 2009 (2), juni 2010, 1-03-2017)

Opmerking: Hoewel dit een opgave op het niveau van hoofdstuk 4 is, worden enkele begrippen gebruikt die pas in de loop van hoofdstuk 5 duidelijker zullen worden. Lees voor “kring” het woord “schakeling” en voor “afstemcondensator” “variabele condensator”.

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.3 Opgave 4-3

De diëlektrische constante van lucht is ongeveer

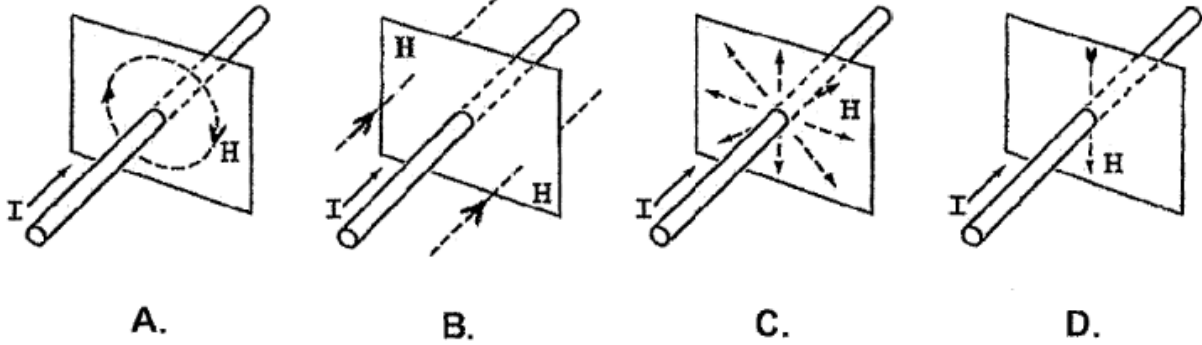
- A. 2
- B. 0
- C. 4
- D. 1

(F-examen mei 2009 (1), april 2010, 24-05-2017, september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

4.3.4 Opgave 4-4

Het magnetisch veld H om een geleider waarin een stroom I loopt, wordt weergegeven door:



- A. Tekening A
- B. Tekening D
- C. Tekening C
- D. Tekening B

(F-examen voorjaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






4.3.5 Opgave 4-5

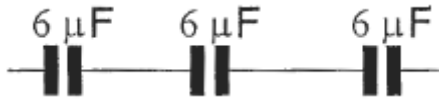
De eenheid “volt per meter” behoort bij

- A. voortplantingssnelheid
- B. frequentie
- C. golflengte
- D. veldsterkte

(F-examen voorjaar 2001, november 2010 (1), september 2013 (2), 07-03-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


4.3.6 Opgave 4-6



De vervangingswaarde is

- A. $18 \mu\text{F}$
- B. $3/6 \mu\text{F}$
- C. $2 \mu\text{F}$
- D. $6 \mu\text{F}$

(F-examen februari 2009, mei 2018 (1), november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.7 Opgave 4-7

Door de wikkeling van een luchtspoel loopt een gelijkstroom.

Hierdoor ontstaat een magnetisch veld:

- A. Zowel binnen als buiten de spoel
- B. Alleen als in de spoel een ijzerkern is aangebracht
- C. Alleen binnen de spoel
- D. Alleen buiten de spoel

(F-examen najaar 2005, mei 2013 (1), 06-03-2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.8 Opgave 4-8

Een in een enkele laag gewikkelde spoel wordt vervangen door een spoel met een 2 maal zo grote diameter.

De overige eigenschappen (aantal windingen, bewikkelde lengte, kernmateriaal) blijven gelijk. De zelfinductie wordt:

- A. 2 keer zo groot
- B. De helft
- C. 4 keer zo groot
- D. 8 keer zo groot

(F-examen november 2008 (2), januari 2010, februari 2010 (1), 2 maart 2010, november 2010 (2), 05-03-2014, maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



4.3.9 Opgave 4-9

Van een luchtcondensator is de plaatafstand 2 mm. De spanning tussen de platen is 6 V. De elektrische veldsterkte tussen de platen is

- A. 3000 V/m
- B. 300 V/m
- C. 120 V/m
- D. 30 V/m

(F-examen voorjaar 2003, april 2008)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





4.3.10 Opgave 4-10

Van een luchtcondensator is de plaatafstand 2 mm. De elektrische veldsterkte tussen de platen is 300 V/m. De spanning tussen de platen is

- A. 160 V
- B. 60 V
- C. 1,5 V
- D. 0,6 V

(F-examen voorjaar 2007)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






4.3.11 Opgave 4-11

De eenheid “volt per meter” hoort bij

- A. Frequentie
- B. Voortplantingssnelheid
- C. Veldsterkte
- D. Golflengte

(F-examen voorjaar 2001, november 2010 (1), september 2013 (2), maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



4.3.12 Opgave 4-12

Om een magnetisch veld af te schermen, gebruikt men materiaal met een:

- A. Lage diëlektrische constante
- B. Lage permeabiliteit
- C. Hoge diëlektrische constante
- D. Hoge permeabiliteit

(F-examen najaar 2002)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





4.3.13 Opgave 4-13

Om het elektrische veld tussen twee geleiders af te schermen van de omgeving, dient men:

- A. Eén van de geleiders te aarden
- B. Om beide geleiders samen een omhulsel van metaal aan te brengen
- C. Tussen de geleiders een condensator aan te brengen
- D. Om beide geleiders samen een isolerende stof aan te brengen

(F-examen najaar 2007, december 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






4.3.14 Opgave 4-14

Een condensator wordt gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlectricum. De capaciteit wordt groter, naarmate de:

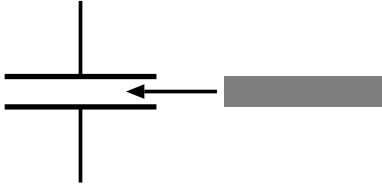
- A. Oppervlakte van de geleiders verkleind wordt
- B. Afstand tussen de geleiders verkleind wordt
- C. Afstand tussen de geleiders vergroot wordt
- D. Diëlektrische constante verlaagd wordt

(F-examen voorjaar 2002, oktober 2010 (2), november 2011, mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

4.3.15 Opgave 4-15


Tussen de platen van een luchtcondensator wordt een passende plaat geschoven met een diëlektrische constante van 5.



De waarde van de condensator zal nu:

- A. 5 maal zo klein worden
- B. Gelijk blijven
- C. 25 maal zo groot worden
- D. 5 maal zo groot worden

(F-examen maart 2011 (2), mei 2015 (1), mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.16 Opgave 4-16

Een luchtcondensator bestaat uit 2 koperplaten. De oppervlakte van deze platen wordt twee keer zo groot gemaakt.

De capaciteit zal:

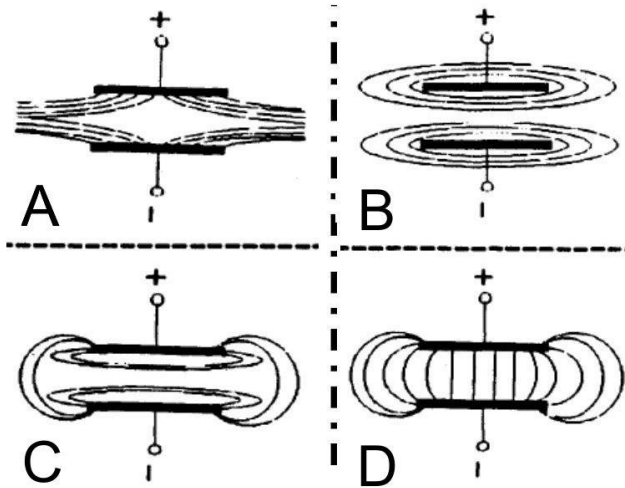
- A. 4x zo groot worden
- B. Gelijk blijven
- C. Halveren
- D. Verdubbelen

(F-examen mei 2009 (1), april 2010, september 2019)


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

4.3.17 Opgave 4-17

De elektrische veldlijnen van een opgeladen condensator verlopen volgens



- A. Tekening D
- B. Tekening A
- C. Tekening B
- D. Tekening C

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.18 Opgave 4-18

De temperatuurcoëfficiënt van een condensator kan zijn:

- A. Alleen positief
- B. Alleen negatief
- C. Zowel positief als negatief
- D. Een temperatuurcoëfficiënt komt niet voor bij een condensator

(F-examen najaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.19 Opgave 4-19

Een condensator wordt gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlektricum. De capaciteit zal kleiner worden, naarmate

- A. De diëlektrische constante verhoogd wordt
- B. De oppervlakte van de geleiders vergroot wordt
- C. De afstand tussen de geleiders vergroot wordt
- D. De afstand tussen de geleiders verkleind wordt

(F-examen november 2010 (2), mei 2015 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




4.3.20 Opgave 4-20

Een condensator van $1 \mu\text{F}$ is opgeladen tot 400 volt. De lading van de condensator is

- A. 4×10^{-4} coulomb
- B. 4×10^{-1} coulomb
- C. 16×10^{-4} coulomb
- D. 16×10^{-1} coulomb

(F-examen voorjaar 1990)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

4.3.21 Opgave 4-21

De condensatoren C_1 en C_2 zijn geladen tot een spanning van 100 volt. Beide schakelaars worden nu tegelijkertijd gesloten en na 2 sec weer geopend.



Hierna is:

- A. De spanning over C_1 hoger dan die over C_2
- B. De spanning over C_1 gelijk aan die over C_2
- C. De spanning over C_1 lager dan die over C_2
- D. De spanning over C_1 en C_2 nul

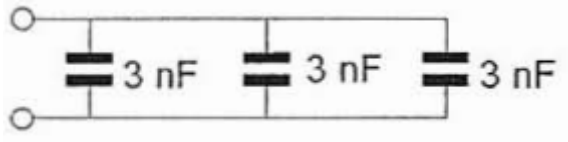
(F-examen najaar 1990)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




4.3.22 Opgave 4-22

De vervangingswaarde is:



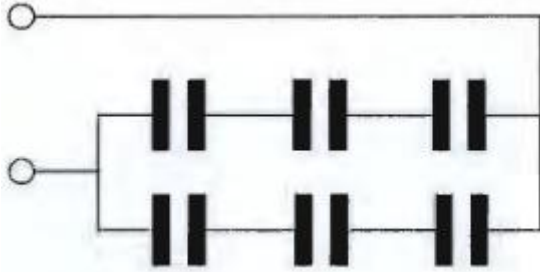
- A. 3 nF
- B. 6 nF
- C. 9nF
- D. 1 nF

(F-examen juni 2011, januari 2015, september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

4.3.23 Opgave 4-23

Iedere condensator is $6\ \mu\text{F}$.



De vervangingswaarde is:

- A. $9\ \mu\text{F}$
- B. $4\ \mu\text{F}$
- C. $6\ \mu\text{F}$
- D. $36\ \mu\text{F}$

(F-examen maart 2012, mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




4.3.24 Opgave 4-24

Een waarde van 340 pF, gemeten tussen de aansluitklemmen, wordt bereikt met:



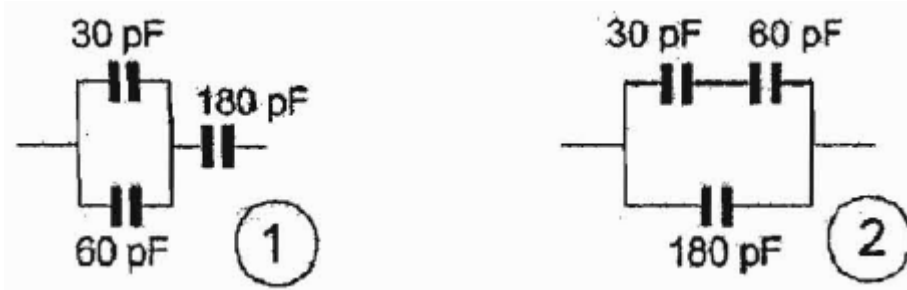
- A. Schakeling 1
- B. Beide schakelingen
- C. Schakeling 2
- D. Géén van beide schakelingen

(F-examen november 2008 (2), november 2010 (2), november 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


4.3.25 Opgave 4-25

Een waarde van 200 pF wordt bereikt met:



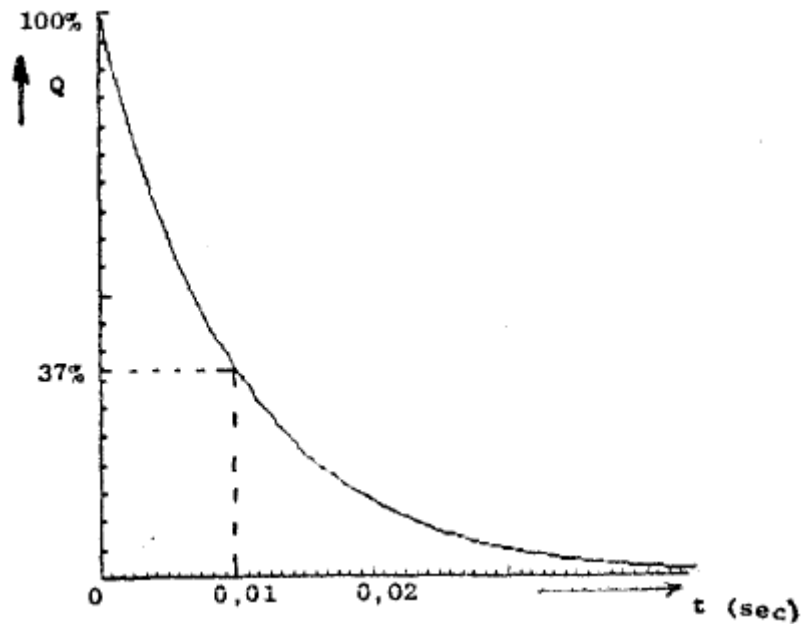
- A. Alleen schakeling 1
- B. Géén van beide schakelingen
- C. Schakeling 1 en schakeling 2
- D. Alleen schakeling 2

(F-examen februari 2010 (1), augustus 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

4.3.26 Opgave 4-26

Het ontladen van een condensator via een weerstand van 10 kilo-ohm verloopt volgens de grafiek.



De condensator heeft een waarde van

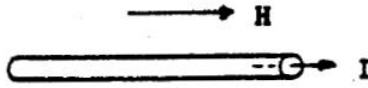
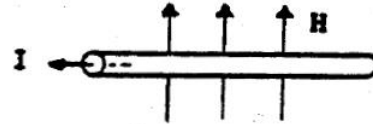
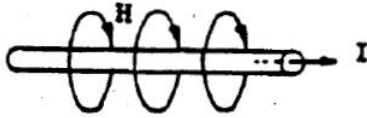
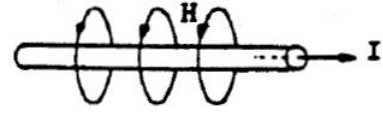
- A. 10 000 pF
- B. 100 000 pF
- C. 1 μ F
- D. 10 μ F

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



4.3.27 Opgave 4-27

Er loopt gelijkstroom door een geleider. De richting van het magnetisch veld is:

A.

B.

C.

D.


- A. Figuur A
- B. Figuur C
- C. Figuur B
- D. Figuur D

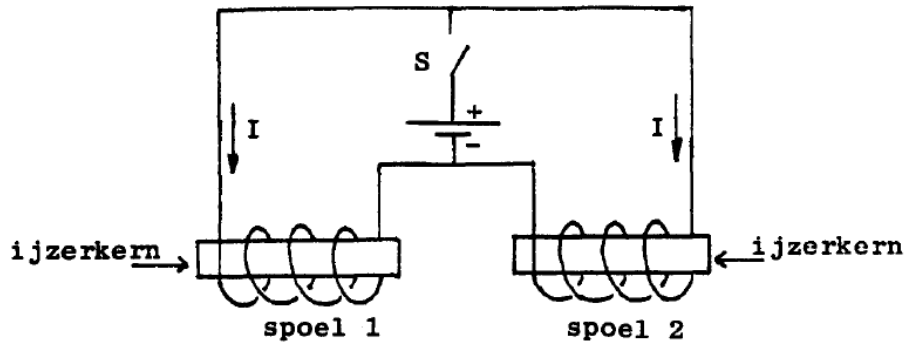
(F-examen mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



4.3.28 Opgave 4-28

Na het sluiten van schakelaar S zullen de kernen elkaar



- A. Voortdurend aantrekken
- B. Kortstondig afstoten
- C. Voortdurend afstoten
- D. Kortstondig aantrekken

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






4.3.29 Opgave 4-29

Het aantal windingen van een in een enkele laag gewikkelde spoel wordt verdubbeld. De overige eigenschappen (bewikkelde lengte, diameter, kernmateriaal) blijven ongewijzigd.

De zelfinductie wordt ongeveer:

- A. De helft
- B. 2x zo groot
- C. 4x zo groot
- D. 8x zo groot

(F-examen voorjaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



4.3.30 Opgave 4-30

De sterkte van het magnetisch veld rond een geleider wordt rechtstreeks bepaald door de:

- A. Stroom door de geleider
- B. Weerstand van de geleider
- C. Diameter van de geleider
- D. Spanning op de geleider

(F-examen voorjaar 2004)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





4.3.31 Opgave 4-31

Een goede geleider voor magnetische velden is

- A. aluminium
- B. weekijzer
- C. koolstof
- D. glas

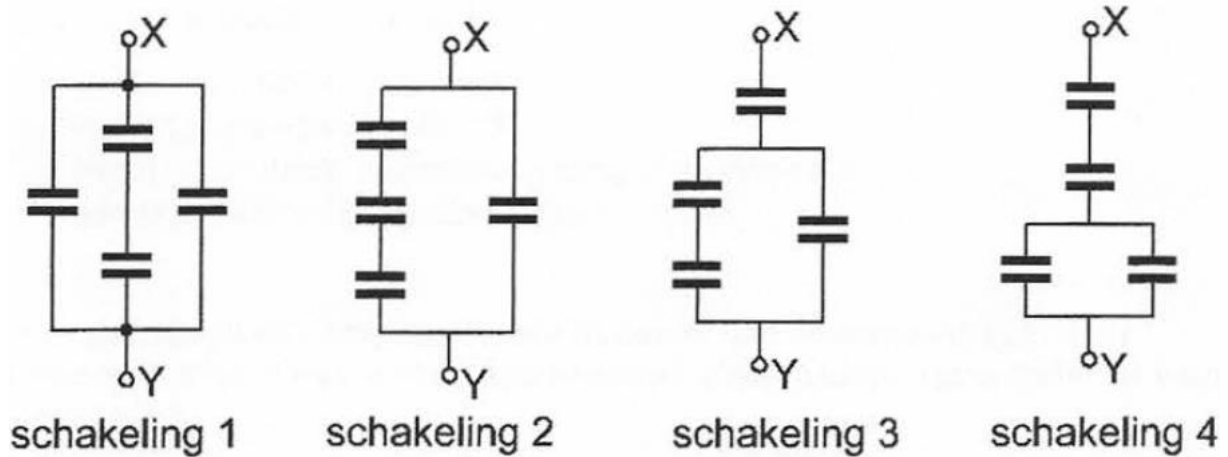
(F-examen najaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



4.3.32 Opgave 4-32

Alle condensatoren hebben een capaciteit van $6 \mu\text{F}$. In welke schakeling is de capaciteit tussen X en Y kleiner dan $3 \mu\text{F}$?



- A. Schakeling 3
- B. Schakeling 1
- C. Schakeling 2
- D. Schakeling 4

(F-examen mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





4.4 Uitwerkingen

4.4.1 Uitwerking van Opgave 4-1

Een in een enkele laag gewikkelde spoel wordt vervangen door een spoel die 10% langer is. De overige eigenschappen (aantal windingen, diameter, kernmateriaal) blijven gelijk. De zelfinductie is nu

- A. Kleiner
- B. 10% groter
- C. Ongewijzigd
- D. 20% groter

Uitwerking

Er wordt hier eigenlijk een spoel met 10% uitgerekt. In hoofdstuk 4 en in het formularium vinden we de volgende vergelijking±

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r n^2 A}{l}$$

In hoofdstuk 4, in het formularium (4.2.5) en in de vergelijking hierboven zien we dat de zelfinductie evenredig is met het kwadraat van het aantal windingen n en met de doorsnede A (of met het kwadraat van de diameter) en omgekeerd evenredig met de lengte l . Kernmateriaal kan door een hogere magnetische permeabiliteit μ de zelfinductie verhogen. Echter: aantal windingen, diameter en kernmateriaal blijven in de opgave gelijk. Alleen de lengte neemt toe. Dat betekent dat de zelfinductie kleiner wordt, antwoord A.

Opmerking

De oorzaak van het kleiner worden van de zelfinductie door uitrekken van de spoel is de grotere afstand tussen de opeenvolgende windingen. Die beïnvloeden elkaar daardoor minder.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.2 Uitwerking van Opgave 4-2

In een kring wordt aan de vaste condensator van 250 pF een afstemcondensator met een minimumwaarde van 10 pF parallel geschakeld. De afstemcondensator heeft een capaciteitsvariatie van 500 pF. De kring ziet een capaciteitsvariatie van

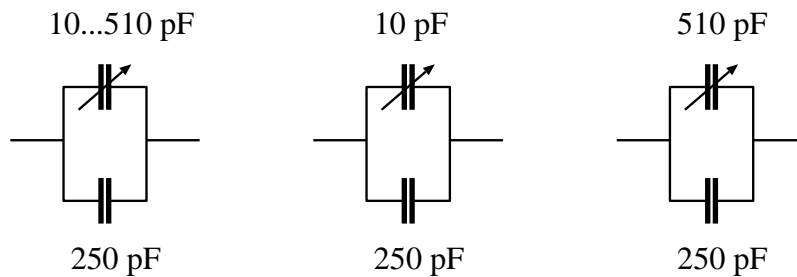
- A. 260 tot 760 pF
- B. 250 tot 740 pF
- C. 250 tot 750 pF
- D. 240 tot 270 pF

Uitwerking

Deze opgave kun je beter even tekenen. Dat is hieronder in de figuur ook gebeurd.

Goed lezen is ook belangrijk. De afstemcondensator (=variabele condensator) heeft een minimumwaarde van 10 pF en een capaciteitsvariatie van 500 pF. Dat betekent dat de capaciteit regelbaar is van 10 pF tot $10 \text{ pF} + 500 \text{ pF} = 510 \text{ pF}$ en niet tot 500 pF, zoals een (te) haastige lezer misschien ten onrechte zou concluderen.

Dan krijgen we het plaatje hieronder.



Basisschema

Laagste capaciteit

Hoogste capaciteit

Links het basisschema. In het midden de waarden voor de laagste capaciteit, rechts die voor de hoogste. Parallel schakelen van condensatoren betekent capaciteiten optellen.

De laagst mogelijke waarde (midden) wordt dan 260 pF en de hoogst mogelijke waarde (rechts) 760 pF. Daaraan voldoet antwoord A.

[Terug naar de opgave](#)[Naar de volgende opgave](#)

4.4.3 Uitwerking van Opgave 4-3

De diëlektrische constante van lucht is ongeveer

- A. 2
- B. 0
- C. 4
- D. 1

Uitwerking

Dit is een (niet onbelangrijk) weetje. Het antwoord is 1, antwoord D dus.

Opmerking

De diëlektrische constante of moderner: *permittiviteit* is een materiaaleigenschap van het diëlektricum, ook wel *middenstof* genoemd, tussen de platen van een condensator.

De capaciteit C (in pF) hangt af van plaatafstand d , plaatoppervlak A en het diëlektricum ε_r volgens

$$C = 0,0885\varepsilon_r \frac{A}{d}$$

0,0885 is een vaste constante die ook wel met ε_0 wordt aangeduid en is geen exameneis; de rest wel. De letter ε is de Griekse letter *epsilon*, onze letter e.



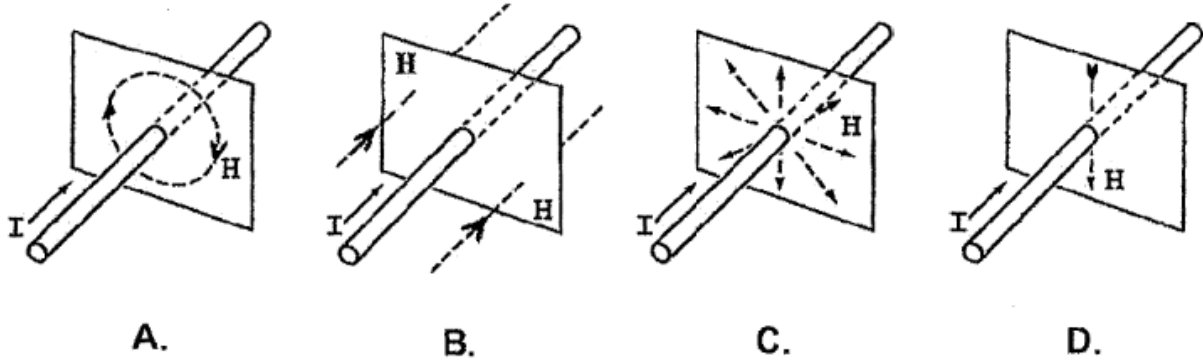
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.4 Uitwerking van Opgave 4-4

Het magnetisch veld H om een geleider waarin een stroom I loopt, wordt weergegeven door:



- A. Tekening A
- B. Tekening D
- C. Tekening C
- D. Tekening B

Uitwerking

In Hoofdstuk 4 hebben we gezien dat een stroomvoerende geleider cirkelvormige veldlijnen heeft. Het enige plaatje dat daaraan voldoet is Tekening A. Tekening C zou een elektrisch veld kunnen zijn; de rest is ontsproten aan de fantasie van de tekenaar.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.5 Uitwerking van Opgave 4-5

De eenheid “volt per meter” behoort bij

- A. voortplantingssnelheid
- B. frequentie
- C. golflengte
- D. **veldsterkte**

Uitwerking

De eenheid “volt per meter” hoort bij elektrische veldsterkte. Frequentie (hoofdstuk 5) is trillingen per tijd; golflengte is voortplantingssnelheid gedeeld door frequentie. Hoewel we na hoofdstuk 4 nog niet alle genoemde grootheden hebben gehad, mag duidelijk zijn dat antwoord D het juiste is.

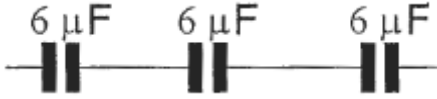


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.6 Uitwerking van Opgave 4-6



De vervangingswaarde is

- A. $18 \mu\text{F}$
- B. $3/6 \mu\text{F}$
- C. $2 \mu\text{F}$
- D. $6 \mu\text{F}$

Uitwerking

Denk erom dat je bij condensatoren capaciteiten moet optellen als het om een parallelschakeling gaat. Dit is een serieschakeling en dan moet je de omgekeerde waarden optellen om de omgekeerde waarde van de vervangingswaarde te krijgen. Dat is in vergelijking met weerstanden en spoelen net andersom. Dus:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6 \mu\text{F}} + \frac{1}{6 \mu\text{F}} + \frac{1}{6 \mu\text{F}} = \frac{3}{6 \mu\text{F}} = \frac{1}{2 \mu\text{F}}$$

Dan is de vervangingsweerstand dus $2 \mu\text{F}$, antwoord C.

Opmerking 1

Bij serieschakeling van condensatoren **van gelijke waarde** is de vervangingswaarde gelijk aan diezelfde waarde gedeeld door het aantal condensatoren. Ook dat leidt tot antwoord C.

Opmerking 2

Uitkomst A krijg je als de condensatoren parallel zouden zijn geschakeld, uitkomst B als je de vergelijking bij de oplossing tot een verkeerd einde brengt en antwoord D... tja, misschien wat gegokt?



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.7 Uitwerking van Opgave 4-7

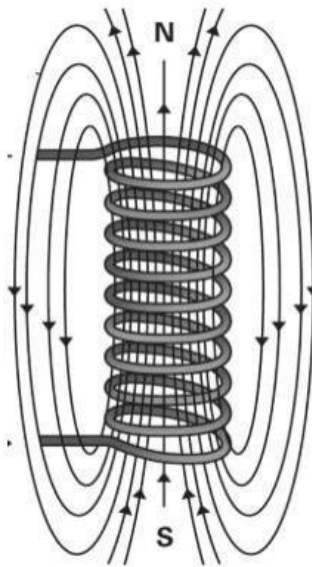
Door de wikkeling van een luchtspoel loopt een gelijkstroom.

Hierdoor ontstaat een magnetisch veld:

- A. Zowel binnen als buiten de spoel
- B. Alleen als in de spoel een ijzerkern is aangebracht
- C. Alleen binnen de spoel
- D. Alleen buiten de spoel

Uitwerking

De afbeelding geeft het antwoord: zowel binnen als buiten de spoel. Antwoord A is het juiste



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.8 Uitwerking van Opgave 4-8

Een in een enkele laag gewikkelde spoel wordt vervangen door een spoel met een 2 maal zo grote diameter.

De overige eigenschappen (aantal windingen, bewikkelde lengte, kernmateriaal) blijven gelijk. De zelfinductie wordt:

- A. 2 keer zo groot
- B. De helft
- C. 4 keer zo groot**
- D. 8 keer zo groot

Uitwerking:

De zelfinductie van een enkellaags spoel is onder meer evenredig met de dwarsdoorsnede (A in hoofdstuk 4 en het formularium, de oppervlakte van 1 winding). De dwarsdoorsnede is evenredig met het kwadraat van de diameter, net zoals de oppervlakte van een cirkel evenredig is met de straal en dus ook met de diameter, want die is 2 maal de straal.

Dus: diameter 2 keer zo groot, zelfinductie $2^2 = 4$ maal zo groot, antwoord C.

Opmerking

Dit is een opgave uit een werkelijk examen. Wat ontbreekt, is informatie over de spoel. De gebruikte vergelijking geldt alleen voor een spoel die veel langer is dan dik. Zie de kanttekeningen in de subparagraaf “Wat bepaalt de zelfinductie van een spoel?” van de cursustekst (hoofdttekst). In werkelijkheid zal de nieuwe zelfinductie, afhankelijk van de afmetingen van de spoel, 3-4 keer zo groot worden.

Mocht je op een examen een opgave als deze zonder informatie over de spoel tegenkomen: doen of je gek bent en de vergelijking in het formularium consequent uitvoeren.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





4.4.9 Uitwerking van Opgave 4-9

Van een luchtcondensator is de plaatafstand 2 mm. De spanning tussen de platen is 6 V. De elektrische veldsterkte tussen de platen is

- A. 3000 V/m
- B. 300 V/m
- C. 120 V/m
- D. 30 V/m

Uitwerking

Bij berekeningen met verschillende eenheden voor dezelfde grootte moeten eerst de eenheden gelijk worden gemaakt. Omdat de plaatafstanden in mm staan en de uitkomst in V/m worden gevraagd, moet eerst de plaatafstand worden omgezet in m.

$$2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m}$$

De vergelijking voor het verband tussen elektrische veldsterkte E , plaatafstand d en spanning U is

$$E = \frac{U}{d}$$

Zie ook het formularium. De elektrische veldsterkte is gelijk aan spanning gedeeld door afstand, dus $6 \text{ V}/0,002 \text{ m}$ is 3000 V/m . Antwoord A dus.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**4.4.10 Uitwerking van Opgave 4-10**

Van een luchtcondensator is de plaatafstand 2 mm. De elektrische veldsterkte tussen de platen is 300 V/m. De spanning tussen de platen is

- A. 160 V
- B. 60 V
- C. 1,5 V
- D. 0,6 V

Uitwerking

Het verband tussen veldsterkte E , plaatafstand d en de spanning U tussen de platen is

$$E = \frac{U}{d} \rightarrow U = dE$$

De plaatafstand d in m is 0,002 m. De spanning U is dan $0,002 \text{ m} * 300 \text{ V/m} = 0,6 \text{ V}$.
Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.11 Uitwerking van Opgave 4-11

De eenheid “volt per meter” hoort bij

- A. Frequentie
- B. Voortplantingssnelheid
- C. **Veldsterkte**
- D. Golflengte

Uitwerking

Elektrische veldsterkte wordt uitgedrukt in volt per meter. Dat is een weetje. Antwoord C.

Opmerkingen

Er zitten twee grootheden in de antwoorden die we nog niet hebben gehad: frequentie en golflengte. Maar het goede antwoord kennen we: veldsterkte.

Voortplantingssnelheid van geluids- of radiogolven is zoals elke snelheid afstand per tijd; in SI-eenheden meters per seconde (“de snelheid van de slak is 0,0001 m/s”). De voortplantingssnelheid van radiogolven en van licht in het luchtledig is $2,998 \cdot 10^8$ m/s, afgerond $3 \cdot 10^8$ m/s, wat hetzelfde is als 300 000 km/s.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.12 Uitwerking van Opgave 4-12

Om een magnetisch veld af te schermen, gebruikt men materiaal met een:

- A. Lage diëlektrische constante
- B. Lage permeabiliteit
- C. Hoge diëlektrische constante
- D. **Hoge permeabiliteit**

Uitwerking

Een magnetisch veld kan worden afgeschermd door het te geleiden buiten het gebied waar we dat veld niet willen hebben. Dan komt het daar niet, of in de praktijk sterk verzwakt, binnen. Die geleiding van een magnetisch veld vindt plaats door het te omringen met materiaal dat een hoge magnetische permeabiliteit heeft. Dat betekent dat antwoord D goed is. Permeabiliteit betekent doordringbaarheid, maar dat laatste woord gebruiken we eigenlijk nooit.

Opmerking

De diëlektrische constante in de antwoorden A en C is een maat voor de doordringbaarheid voor **elektrische velden**. *Permittiviteit* is daar een ander woord voor.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.13 Uitwerking van Opgave 4-13

Om een elektrisch veld tussen twee geleiders af te schermen van de omgeving, dient men:

- A. Eén van de geleiders te aarden
- B. Om beide geleiders samen een omhulsel van metaal aan te brengen**
- C. Tussen de geleiders een condensator aan te brengen
- D. Om beide geleiders samen een isolerende stof aan te brengen

Uitwerking

Een elektrisch veld wordt afgeschermd door er een elektrisch geleidend materiaal omheen te leggen, net zoals een magnetisch veld wordt afgeschermd door een magnetisch geleidend materiaal eromheen (materiaal met hoge permeabiliteit heet dat; zie Opgave 4-12). Elk metaal is een geleider. Om het veld tussen twee geleiders met een spanning daartussen goed af te schermen, moet het hele veld binnen het metalen omhulsel zitten. Daarom moet het omhulsel om beide geleiders samen liggen: antwoord B.

Opmerkingen

Het aarden (= geleidend met aarde verbinden) van één geleider heeft geen effect. Beide geleiders aarden geeft kortsluiting en betekent dus het einde van het magnetisch veld.

Het aanbrengen van een condensator volgens C veroorzaakt alleen een extra veld binnen de condensator.

Een isolerende stof doet als afscherming van een elektrisch veld helemaal niets. Het veld gaat er dwars doorheen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.14 Uitwerking van Opgave 4-14

Een condensator wordt gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlectricum. De capaciteit wordt groter, naarmate de:

- A. Oppervlakte van de geleiders verkleind wordt
- B. Afstand tussen de geleiders verkleind wordt**
- C. Afstand tussen de geleiders vergroot wordt
- D. Diëlektrische constante verlaagd wordt

Uitwerking

De capaciteit C van een condensator hangt af van de diëlektrische constante ε_r , de plaatoppervlakte A en de plaatafstand d volgens

$$C = 0,0885\varepsilon_r \frac{A}{d}$$

De capaciteit C wordt dus groter als A en/of ε_r groter worden of als d kleiner wordt. Dan is het een zaak van de vier antwoorden langslopen. Dan rolt antwoord B er als het enig juiste uit.



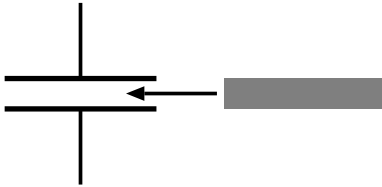
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.15 Uitwerking van Opgave 4-15

Tussen de platen van een luchtcondensator wordt een passende plaat geschoven met een diëlektrische constante van 5.



De waarde van de condensator zal nu:

- A. 5 maal zo klein worden
- B. Gelijk blijven
- C. 25 maal zo groot worden
- D. **5 maal zo groot worden**

Uitwerking

Voor een condensator geldt dat de capaciteit C afhangt van de diëlektrische constante ε_r , de plaatoppervlakte A en de plaatafstand d volgens

$$C = 0,0885\varepsilon_r \frac{A}{d}$$

De diëlektrische constante ε_r van lucht is 1. Daaruit volgt dat ε_r door het inschuiven van de plaat vijf keer zo groot wordt. Uit de vergelijking volgt dat dan de capaciteit C ook vijf keer zo groot wordt; antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





4.4.16 Uitwerking van Opgave 4-16

Een luchtcondensator bestaat uit 2 koperplaten. De oppervlakte van deze platen wordt twee keer zo groot gemaakt.

De capaciteit zal:

- A. 4x zo groot worden
- B. Gelijk blijven
- C. Halveren
- D. Verdubbelen

Uitwerking

De capaciteit C van een condensator hangt af van de diëlektrische constante ϵ_r , de plaatoppervlakte A en de plaatafstand d volgens

$$C = 0,0885\epsilon_r \frac{A}{d}$$

Als de plaatoppervlakte A wordt verdubbeld, zal datzelfde met de capaciteit gebeuren. Antwoord D dus.

Opmerking

Het maakt voor het antwoord niets uit of die platen nu van koper, aluminium of goud zijn, zolang ze maar geleiden.



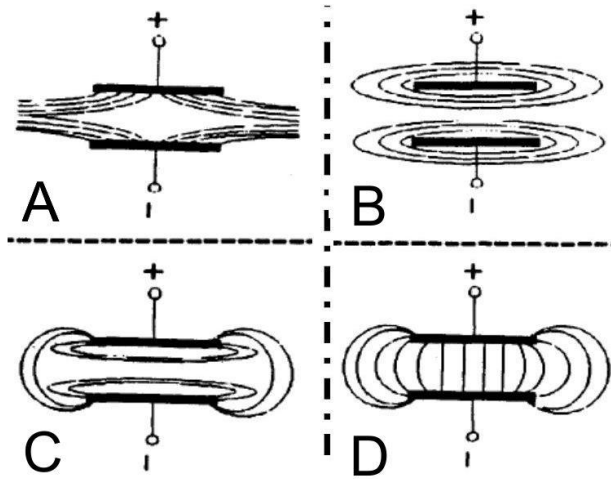
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.17 Uitwerking van Opgave 4-17

De elektrische veldlijnen van een opgeladen condensator verlopen volgens



- A. Tekening D
- B. Tekening A
- C. Tekening B
- D. Tekening C

Uitwerking

Elektrische veldlijnen lopen allemaal van de ene pool naar de andere. Daaraan voldoet alleen tekening D.

In tekening A lopen ze weg naar oneindig, in tekening B maken ze ellipsen om de platen van de condensator en in tekening C lopen er een paar van de ene plaat naar de andere en de rest maakt ellipsen om de platen. Het enige goede antwoord is dan ook A.

Opmerkingen

In hoofdstuk 4 vind je een afbeelding die te gergelijk is met tekening D, maar dan in kleur en een kwartslag gedraaid.

Veldlijnen volgens tekening C kunnen niet bestaan, omdat de veldlijnen elkaar daar kruisen. Dat doen ze per definitie **nooit**.

Let op dat het minteken van de negatieve pool in alle tekeningen op zijn kant staat.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.18 Uitwerking van Opgave 4-18

De temperatuurcoëfficiënt van een condensator kan zijn:

- A. Alleen positief
- B. Alleen negatief
- C. Zowel positief als negatief**
- D. Een temperatuurcoëfficiënt komt niet voor bij een condensator

Uitwerking

De temperatuurcoëfficiënt van een condensator kan zowel positief als negatief zijn. De capaciteit kan bij stijgende temperatuur toenemen (positieve temperatuurcoëfficiënt) als afnemen (negatieve temperatuurcoëfficiënt). Antwoord C is dus goed.

Opmerking

De temperatuurcoëfficiënt van een condensator is vergelijkbaar met die van een weerstand (PTC of NTC). Hij drukt de verandering van de capaciteitswaarde per graad of per K (kelvin) uit. De coëfficiënt is positief als de capaciteit bij stijgende temperatuur toeneemt en negatief als de capaciteit bij stijgende temperatuur afneemt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





4.4.19 Uitwerking van Opgave 4-19

Een condensator wordt gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlektricum. De capaciteit zal kleiner worden, naarmate

- A. De diëlektrische constante verhoogd wordt
- B. De oppervlakte van de geleiders vergroot wordt
- C. De afstand tussen de geleiders vergroot wordt**
- D. De afstand tussen de geleiders verkleind wordt

Uitwerking

Voor een condensator geldt dat de capaciteit C afhangt van de diëlektrische constante ε_r , de plaatoppervlakte A en de plaatafstand d volgens

$$C = 0,0885\varepsilon_r \frac{A}{d}$$

In de vergelijking staan A en ε_r in de teller. C wordt daarom groter als een van die twee of allebei groter worden. Dat sluit antwoorden A en B uit. We zien ook dat in de vergelijking de plaatafstand d in de noemer staat. Dat betekent: hoe groter d , des te kleiner C .

Antwoord C dus.

Opmerking

Eigenlijk is dit gewoon een weetje dat ook zonder vergelijking wel te beredeneren is. Hoe verder de platen van elkaar verwijderd zijn, des te minder zullen ze elkaar beïnvloeden en des te kleiner is de capaciteit die ze samen maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.20 Uitwerking van Opgave 4-20

Een condensator van $1 \mu\text{F}$ is opgeladen tot 400 volt. De lading van de condensator is

- A. 4×10^{-4} coulomb
- B. 4×10^{-1} coulomb
- C. 16×10^{-4} coulomb
- D. 16×10^{-1} coulomb

Uitwerking

Het verband tussen spanning U , lading Q en capaciteit C van een condensator wordt weergegeven door de vergelijking

$$Q = CU$$

$$C = 1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F. } U = 400 \text{ V} = 4 \cdot 10^2 \text{ V.}$$

$$\text{Dan is } Q = 10^{-6} \text{ F. } 4 \cdot 10^2 \text{ V} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C.}$$

Let op: C (cursief) staat voor de grootte capaciteit, C (rechttop) voor de eenheid coulomb.

Dat wordt dus antwoord A. Meer valt er niet over te zeggen.



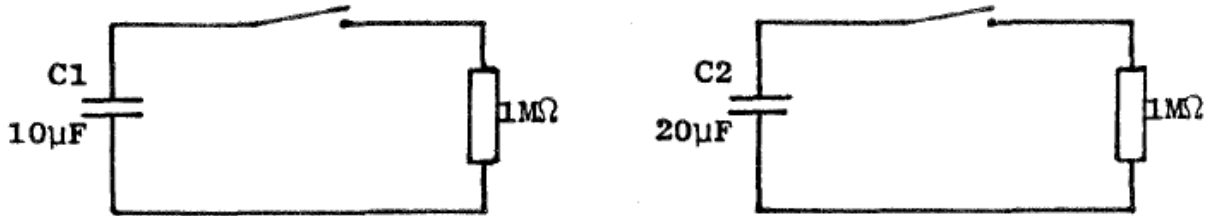
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.21 Uitwerking van Opgave 4-21

De condensatoren C_1 en C_2 zijn opgeladen tot een spanning van 100 volt. Beide schakelaars worden nu tegelijkertijd gesloten en na 2 sec weer geopend.



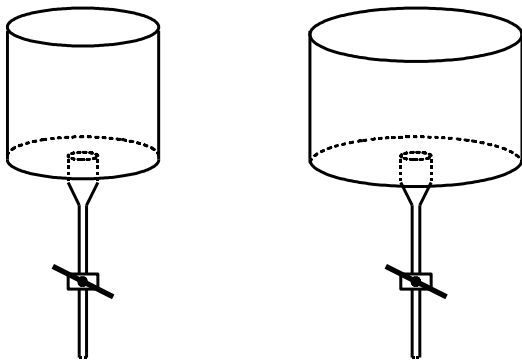
Hierna is:

- A. De spanning over C_1 hoger dan die over C_2
- B. De spanning over C_1 gelijk aan die over C_2
- C. De spanning over C_1 lager dan die over C_2
- D. De spanning over C_1 en C_2 nul

Uitwerking

De capaciteit van C_1 is de helft van die van C_2 . Dan bevat C_1 bij een willekeurige spanning half zoveel lading als C_2 bij diezelfde spanning. Als beide condensatoren even lang worden ontladen via een even grote weerstand, ligt het voor de hand dat de spanning op C_1 sneller daalt dan de spanning over C_2 .

Vergelijk het met twee even hoge ronde bakjes water, waarvan één een twee keer zo grote doorsnede heeft als het andere (plaatje). De uitloopbuisjes zijn even dik. De kranen onder de bakjes gaan tegelijkertijd open en na 2 seconden weer dicht. Dan zal in het wijde bakje het water hoger staan dan in het smallere. Dat draait dus uit op antwoord C.



Opmerking

De uitkomst is ook via de tijdconstante RC te beredeneren. In de linker schakeling is die gelijk aan $10\mu\text{F}$ maal $1\text{M}\Omega$ is 10 seconden en in de rechter $20\mu\text{F}$ maal $1\text{M}\Omega$ is 20 seconden. Om het geheugen nog wat verder op te frissen: in de linker schakeling is 10 seconden na het sluiten van de schakelaar nog 37% van de

oorspronkelijke spanning van 100 V over. In de rechter schakeling duurt dat 20 seconden. De spanning in de rechter schakeling reageert dus trager op het sluiten van de schakelaar dan de spanning in de linker. Ook dat leidt tot antwoord C.



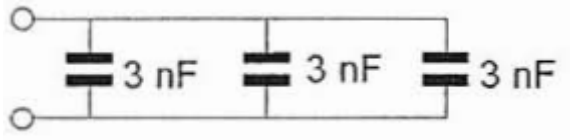
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.22 Uitwerking van Opgave 4-22

De vervangingswaarde is:



- A. 3 nF
- B. 6 nF
- C. 9nF**
- D. 1 nF

Uitwerking

Dit is een parallelschakeling. In dat geval worden de parallelgeschakelde capaciteitswaarden opgeteld om de vervangingswaarde C_{tot} te vinden, dus

$$C_{tot} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Dat wordt dus $(3+3+3)\text{nF} = 9\text{ nF}$. Antwoord C, niets op af te dingen.

Opmerking

Bij weerstanden en spoelen worden in serie geschakelde waarden op deze manier opgeteld.



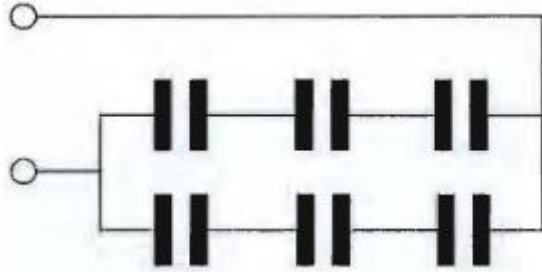
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.23 Uitwerking van Opgave 4-23

Iedere condensator is $6 \mu\text{F}$.



De vervangingswaarde is:

- A. $9 \mu\text{F}$
- B. $4 \mu\text{F}$**
- C. $6 \mu\text{F}$
- D. $36 \mu\text{F}$

Uitwerking

We zien twee serieschakelingen van elk drie condensatoren. De series zelf zijn parallel geschakeld. Dat betekent twee bewerkingen, één voor serie- en één voor parallelschakeling.

Voor de serieschakeling geldt:

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Als alle n waarden C gelijk aan elkaar zijn, geldt voor elk van de twee takken

$$C_{tot} = \frac{C}{n}$$

Beide takken zijn dus $6 \mu\text{F}/3$ is $2 \mu\text{F}$.

De takken staan, zoals gezegd, parallel. Hun vervangingswaarden moeten daarom worden opgeteld om de totale vervangingswaarde te krijgen. Dat wordt $(2+2) \mu\text{F}$ is $4 \mu\text{F}$. Dat is antwoord B.

Opmerking

De serieschakeling van condensatoren wordt op dezelfde manier berekend als de parallelschakeling van weerstanden en van zelfinducties (spoelen).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.24 Uitwerking van Opgave 4-24

Een waarde van 340 pF, gemeten tussen de aansluitklemmen, wordt bereikt met:



- A. Schakeling 1
- B. Beide schakelingen
- C. Schakeling 2
- D. **Geén van beide schakelingen**

Uitwerking

Wie de zaak een beetje handig aanpakt, hoeft nauwelijks te rekenen.

We moeten 340 pF krijgen. Als we de regel toepassen dat bij serieschakeling de vervangingswaarde van de capaciteit altijd kleiner is dan de kleinste waarde in de schakeling, zijn we er snel uit.

In schakeling 1 hebben we 160 pF in serie met een parallelschakeling. Het maakt niet uit wat die parallelschakeling oplevert, de totale uitkomst is altijd kleiner dan die 160 pF en dus ook kleiner dan 340 pF. Schakeling 1 kan dus de prullenbak in.

In schakeling 2 zien we 60 en 120 pF in serie. De vervangingswaarde is dan kleiner dan 60 pF. Opgeteld bij de parallel geschakelde 160 pF levert dat bij lange na geen 340 pF. Ook nummer 2 kan naar de prullenbak.

Dat wordt dus antwoord D.

Opmerking

Het is maar goed dat het antwoord D is. Zou antwoord B goed zijn, dan zijn de antwoorden A en C dat ook. Multiple-choice examens maken is óók een vak!



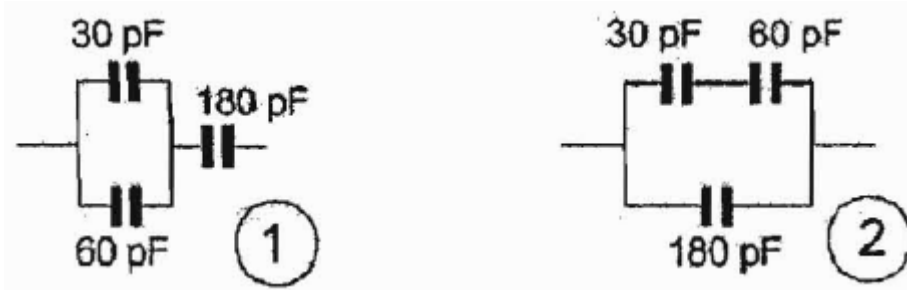
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.25 Uitwerking van Opgave 4-25

Een waarde van 200 pF wordt bereikt met:



- A. Alleen schakeling 1
- B. Géén van beide schakelingen
- C. Schakeling 1 en schakeling 2
- D. Alleen schakeling 2

Uitwerking

Eerst eens kijken of we eruit komen met het regeltje dat bij serieschakeling van condensatoren de vervangingswaarde altijd kleiner is dan de waarde van de kleinste condensator.

In schema 1 zien we 180 pF in serie met een parallelschakeling. Omdat 180 kleiner is dan 200, hoeven we al niet meer verder te kijken, want 180 pF in serie met wat voor capaciteit ook is minder dan 180 pF. Nu kan het nog antwoord B of D worden.

Daarvoor moeten we naar schakeling 2. Met de 180 pF komen we 20 pF tekort. Maar komt die misschien uit de seriegeschakelde 30 pF en 60 pF? We gebruiken de speciale vergelijking voor twee seriegeschakelde capaciteiten

$$C_{tot} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} \text{ pF} = 20 \text{ pF}$$

Dat is dus precies de 20 pF die we nog tekortkwamen. Schakeling 2 levert dus 200 pF. Dat wordt dan antwoord D.



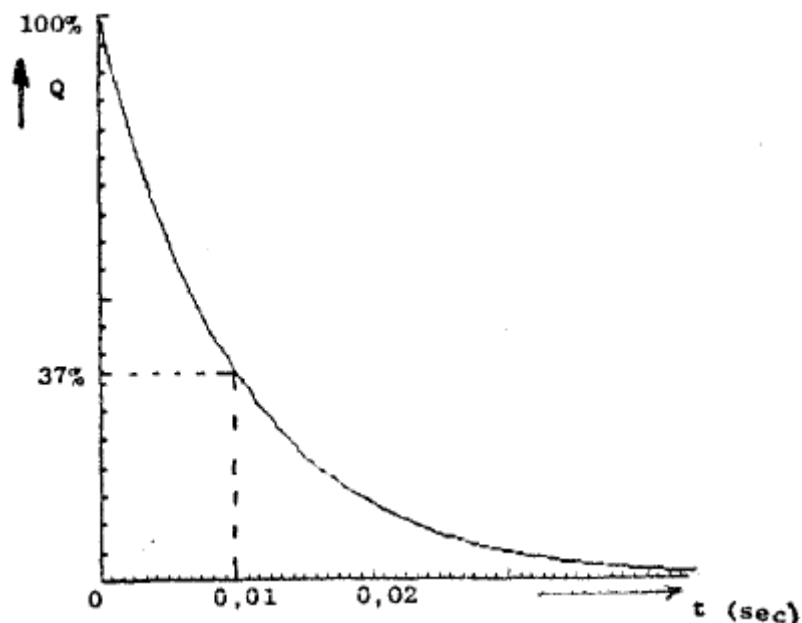
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.26 Uitwerking van Opgave 4-26

Het ontladen van een condensator via een weerstand van 10 kilo-ohm verloopt volgens de grafiek.



De condensator heeft een waarde van

- A. 10 000 pF
- B. 100 000 pF
- C. 1 μ F
- D. 10 μ F

Uitwerking

De tijdconstante van een condensator die op- of ontladst via een weerstand is het product RC van weerstand R en capaciteit C . De tijdconstante is de tijd waarin

- Bij ontlading de lading van de condensator tot 37% van de oorspronkelijke waarde wordt teruggebracht
- Bij opladen de lading van de condensator nog 37% van de uiteindelijke lading te gaan heeft.

Uit de grafiek blijkt dat de tijdconstante 0,01 s bedraagt. Geschreven als macht van 10 is dat 10^{-2} s. Met heel veel nullen achter de komma bij vooral capaciteiten rekent dat gemakkelijker.

Gegeven: $R = 10^4 \Omega$. Gevraagd: C

$$C \cdot 10^4 \Omega = 10^{-2} s$$

Daaruit volgt



$$C = \frac{10^{-2}\text{s}}{10^4\Omega} = 10^{-6}\text{F}$$

Dus $C = 1 \mu\text{F}$. Dat is antwoord C.

Opmerking

Die 37% of 0,37 is natuurlijk $1/e$, waarin e het grondtal van de natuurlijke logaritme is (zie hoofdstuk 2). Om wat preciezer te zijn dan die 0,37: 0,36788 en nog een oneindig aantal decimalen. Voor standaardberekeningen volstaat meestal 0,37. De waarde van elektronische componenten is zelden nauwkeuriger dan dat.



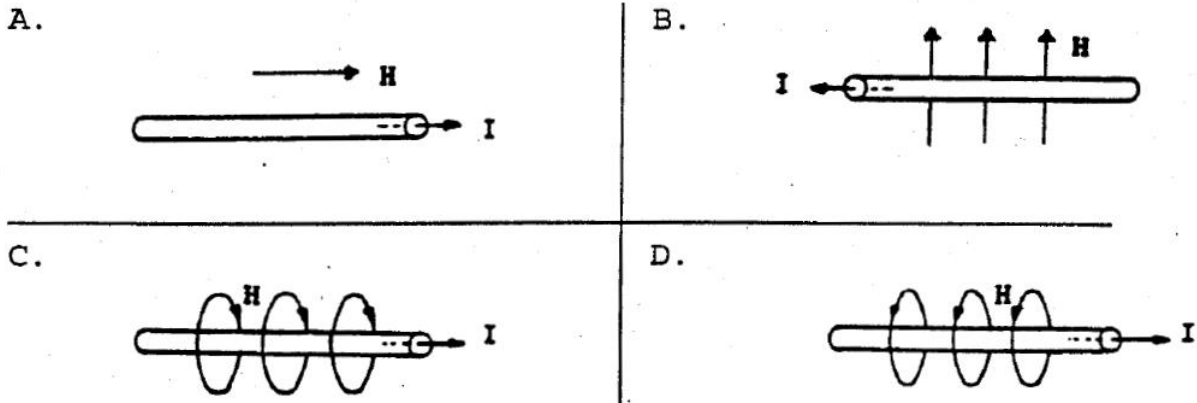
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.27 Uitwerking van Opgave 4-27

Er loopt gelijkstroom door een geleider. De richting van het magnetisch veld is:



- A. Figuur A
- B. Figuur C
- C. Figuur B
- D. **Figuur D**

Uitwerking

Dit is niet meer dan een weetje. Als de technische stroomrichting van je af is, is het magnetisch veld rechtsom, dus met de klok mee. Het goede antwoord is daarom D.

Opmerking

Formeel is dit geen examenstof meer, maar af en toe duiken toch nog examenopgaven op zoals deze. Daarom staat dit toch (kort) in hoofdstuk 4. Je kunt maar beter goed voorbereid zijn... Nog zo'n weetje, bekend als de "rechterhandregel": als je de vingers van je rechterhand in de technische stroomrichting van een spoel houdt, wijst je duim naar de noordpool.



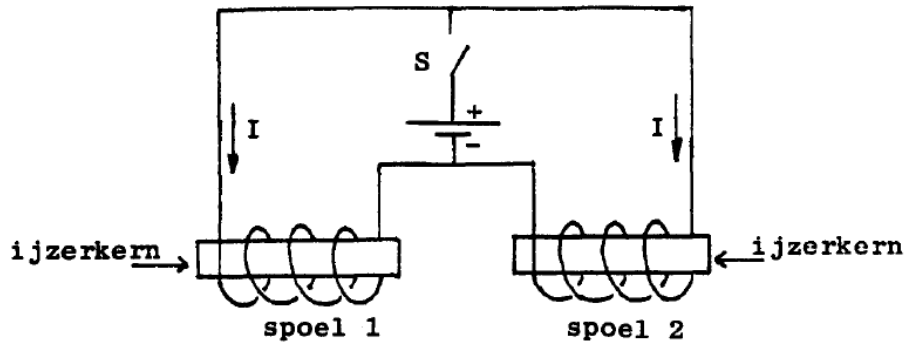
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.28 Uitwerking van Opgave 4-28

Na het sluiten van schakelaar S zullen de kernen elkaar



- A. Voortdurend aantrekken
- B. Kortstondig afstoten
- C. **Voortdurend afstoten**
- D. Kortstondig aantrekken

Uitwerking

Of het hier om noord- of zuidpolen gaat, is totaal onbelangrijk. Het gaat erom of de twee tegenoverliggende polen, de binnenste twee die elkaar “aankijken”, gelijk zijn (afstoting) of tegengesteld (aantrekking). Dat volgt uit de stroomrichting in de wikkelingen.

De wikkelrichting van beide spoelen is gelijk, maar de stromen lopen tegengesteld: allebei naar het midden. Dit betekent dat de twee tegenover elkaar liggende polen in het midden gelijk zijn. Afstoting dus. Dat blijft zo, zolang de batterij stroom levert. Niks kortstondigs dus. Antwoord C is goed.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.29 Uitwerking van Opgave 4-29

Het aantal windingen van een in een enkele laag gewikkelde spoel wordt verdubbeld. De overige eigenschappen (bewikkelde lengte, diameter, kernmateriaal) blijven ongewijzigd.

De zelfinductie wordt ongeveer:

- A. De helft
- B. 2x zo groot
- C. **4x zo groot**
- D. 8x zo groot

Uitwerking

Deze opgave lijkt nogal op Opgave 4-8, maar daar ging het om een verdubbelde diameter, nu om een verdubbeld aantal windingen. De zelfinductie van een dergelijke spoel is evenredig met n^2 , het kwadraat van het aantal windingen n . Dus dubbel aantal windingen, viervoudige L . Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.30 Uitwerking van Opgave 4-30

De sterkte van het magnetisch veld rond een geleider wordt rechtstreeks bepaald door de:

- A. Stroom door de geleider
- B. Weerstand van de geleider
- C. Diameter van de geleider
- D. Spanning op de geleider

Uitwerking

Het magnetisch veld rondom een geleider is afhankelijk van de stroom door die geleider, zoals de grootte van een elektrisch veld wordt bepaald door spanning. Antwoord A is het juiste antwoord

Opmerking

Magnetische veldsterkte is niet alleen afhankelijk van stroomsterkte, maar wordt ook uitgedrukt in A/m, zoals elektrische veldsterkte wordt uitgedrukt in V/m. Dat onderstreept het belang van deze opgave.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





4.4.31 Uitwerking van Opgave 4-31

Een goede geleider voor magnetische velden is

- A. aluminium
- B. weekijzer**
- C. koolstof
- D. glas

Uitwerking

Aluminium is een goede stroomgeleider, maar een slechte geleider voor magnetische velden. Koolstof is een redelijke geleider, maar net als aluminium niet voor magnetische velden. Glas is een isolator en doet niets met een magnetisch veld.

Blijft over antwoord B, weekijzer. Dat is een ijzersoort die een magnetisch veld goed geleidt, maar zijn magnetisme snel verliest, zodra het veld er niet meer is.



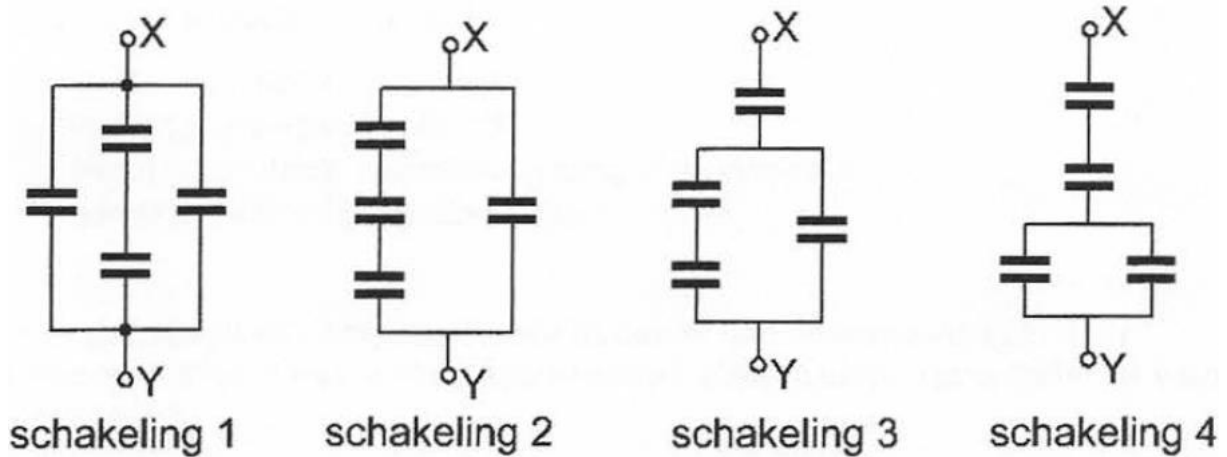
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



4.4.32 Uitwerking van Opgave 4-32

Alle condensatoren hebben een capaciteit van $6 \mu\text{F}$. In welke schakeling is de capaciteit tussen X en Y kleiner dan $3 \mu\text{F}$?



- A. Schakeling 3
- B. Schakeling 1
- C. Schakeling 2
- D. Schakeling 4**

Uitwerking

Maak het je niet te moeilijk. Dit kan zonder veel rekenwerk.

Waar één enkele condensator X en Y rechtstreeks verbindt, hoef je al niet verder te kijken, want deze condensator plus de parallel eraan geschakelde rest leveren altijd een capaciteit van meer dan $6 \mu\text{F}$. Dat zijn schakelingen 1 en 2. Die vallen dus af.

In schakeling 3 staat de bovenste condensator in serie met een capaciteit die meer dan $6 \mu\text{F}$ bedraagt. Die serieschakeling kan in zijn geheel dus niet onder de $3 \mu\text{F}$ komen. Daarmee valt schakeling 3 ook af.

Onze hoop is dus gevestigd op nummer 4. De twee bovenste condensatoren staan in serie en zijn samen $3 \mu\text{F}$. In serie met wat voor capaciteit ook is dat altijd minder dan $3 \mu\text{F}$, want bij een serieschakeling van condensatoren is de vervangende waarde altijd kleiner dan de kleinste in de serie. Dat betekent antwoord D.



Terug naar de opgave

Dit waren de examenopgaven bij hoofdstuk 4