

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen final de Física - 15 de gener de 2009

Model A

Qüestions (40% de l'examen)

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.

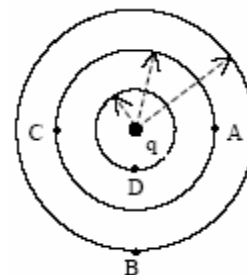
Encercleu la resposta que considereu correcta de manera clara.

Aquestes qüestions tipus test s'avaluen de la manera següent:

resposta correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), i en blanc (0 punts)

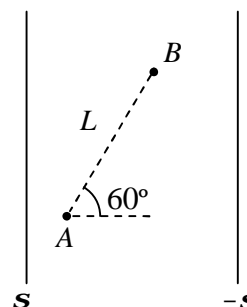
1. Ordeneu de menor a major els potencials elèctrics als punts A, B, C i D de la figura, on q és una càrrega puntual positiva

- a) $V_D < V_A < V_C < V_B$
- b) $V_B < V_C < V_A < V_D$
- c) $V_D < V_A = V_C < V_B$
- d) $V_B < V_A = V_C < V_D$



2. La densitat superficial de càrrega a les plaques d'un condensador és s i $-s$. Quin és el valor de la diferència de potencial $V_A - V_B$ entre els punts A i B indicats a la figura

- a) $0.25(s/\epsilon_0)L$
- b) $0.5(s/\epsilon_0)L$
- c) $0.866(s/\epsilon_0)L$
- d) $(s/\epsilon_0)L$



3. Una bateria de cotxe, que té una fem de 12 V i una resistència interna de 0.04Ω , subministra 80 A al motor quan es connecta la clau de contacte. Quina és la potència subministrada per la bateria al motor?

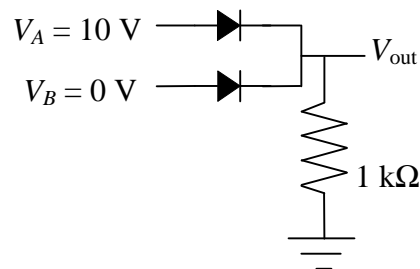
- a) 1216 W
- b) 960 W
- c) 704 W
- d) 256 W

4. Si t és la constant de temps d'un circuit RC, i el condensador està inicialment carregat, quan temps ha de transcórrer perquè es descarregui fins tenir una càrrega igual al 10% de la inicial?

- a) $10t$
- b) 2.3τ
- c) $0.9t$
- d) $0.1t$

5. La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és 0.7 V. Quin és el valor de la tensió de sortida V_{out} ?

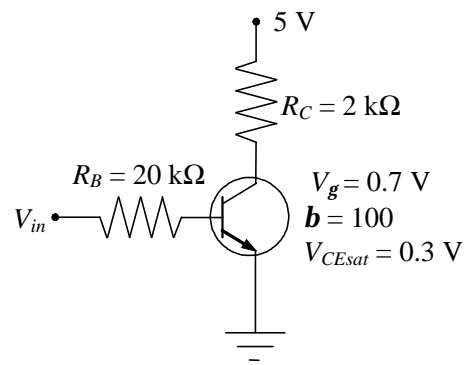
- a) $V_{out} = 0 \text{ V}$
- b) $V_{out} = 0.7 \text{ V}$
- c) $V_{out} = 9.3 \text{ V}$
- d) $V_{out} = 10 \text{ V}$



(continua darrera)

6. Al transistor de la figura, quins són els valors de V_{BE} i V_{CE} quan $V_{in} = 0$?

- a) $V_{BE} = 0 \text{ V}$ i $V_{CE} = 5 \text{ V}$
- b) $V_{BE} = 0 \text{ V}$ i $V_{CE} = 0.3 \text{ V}$
- c) $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ i $V_{CE} = 5 \text{ V}$
- d) $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ i $V_{CE} = 0.3 \text{ V}$



7. El flux magnètic a través d'una superfície tancada ...

- a) depèn de si dins la superfície tancada hi ha un imant o no.
- b) depèn de la forma i extensió de la superfície tancada.
- c) sempre és zero.
- d) és proporcional a la intensitat de corrent que creua la superfície tancada.

8. Dos solenoides (bobines cilíndriques) d'igual longitud i radi tenen $N_1 = 1000$ i $N_2 = 2000$ espires. Quina relació hi ha entre els coeficients d'autoinducció respectius L_1 i L_2 ?

- a) $L_1 = 4L_2$
- b) $L_1 = 2L_2$
- c) $L_1 = L_2/2$
- d) $L_1 = L_2/4$

9. En una ona electromagnètica que es propaga pel buit, quina relació hi ha entre la densitat d'energia elèctrica i la magnètica?

- a) la densitat d'energia elèctrica és el doble de la magnètica
- b) la densitat d'energia elèctrica és la meitat de la magnètica
- c) són iguals
- d) són independents

10. Una emissora de radio emet ones electromagnètiques esfèriques amb una potència mitjana P . A una distància r_1 de l'emissora la intensitat mitjana de les ones és I_1 . A una distància r_2 la intensitat mitjana és $I_2 = I_1/4$. Quina relació hi ha entre r_2 i r_1 ?

- a) $r_2 = 4r_1$
- b) $r_2 = 2r_1$
- c) $r_2 = r_1/2$
- d) $r_2 = r_1/4$

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen final de Física - 15 de gener de 2009

Model B

Qüestions (40% de l'examen)

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.

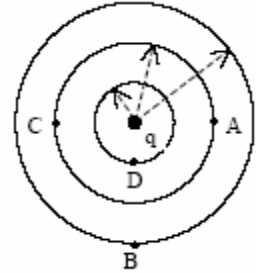
Encercleu la resposta que considereu correcta de manera clara.

Aquestes qüestions tipus test s'avaluen de la manera següent:

resposta correcta (1 punt), incorrecta (-0.25 punts), i en blanc (0 punts)

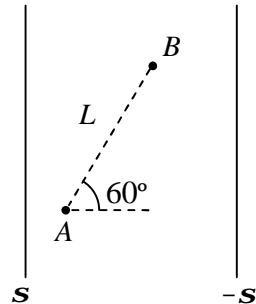
1. Ordeneu de menor a major els potencials elèctrics als punts A, B, C i D de la figura, on q és una càrrega puntual positiva

- a) $V_B < V_A = V_C < V_D$
- b) $V_D < V_A = V_C < V_B$
- c) $V_B < V_C < V_A < V_D$
- d) $V_D < V_A < V_C < V_B$



2. La densitat superficial de càrrega a les plaques d'un condensador és s i $-s$. Quin és el valor de la diferència de potencial $V_A - V_B$ entre els punts A i B indicats a la figura

- a) $(s/\epsilon_0)L$
- b) $0.866(s/\epsilon_0)L$
- c) $0.5(s/\epsilon_0)L$
- d) $0.25(s/\epsilon_0)L$



3. Una bateria de cotxe, que té una fem de 12 V i una resistència interna de 0.04Ω , subministra 80 A al motor quan es connecta la clau de contacte. Quina és la potència subministrada per la bateria al motor?

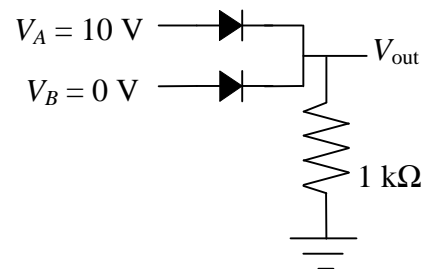
- a) 256 W
- b) 704 W
- c) 960 W
- d) 1216 W

4. Si t és la constant de temps d'un circuit RC, i el condensador està inicialment carregat, quan temps ha de transcórrer perquè es descarregui fins tenir una càrrega igual al 10% de la inicial?

- a) $0.1t$
- b) $0.9t$
- c) 2.3τ
- d) $10t$

5. La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és 0.7 V. Quin és el valor de la tensió de sortida V_{out} ?

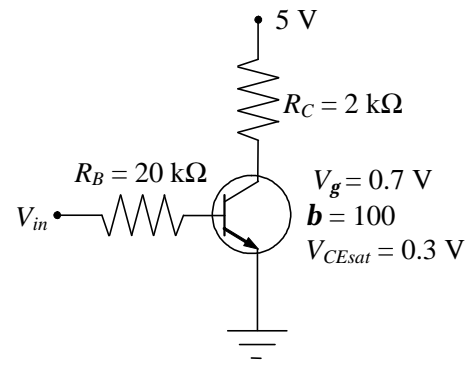
- a) $V_{out} = 10 \text{ V}$
- b) $V_{out} = 9.3 \text{ V}$
- c) $V_{out} = 0.7 \text{ V}$
- d) $V_{out} = 0 \text{ V}$



(continua darrera)

6. Al transistor de la figura, quins són els valors de V_{BE} i V_{CE} quan $V_{in} = 0$?

- a) $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ i $V_{CE} = 0.3 \text{ V}$
- b) $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ i $V_{CE} = 5 \text{ V}$
- c) $V_{BE} = 0 \text{ V}$ i $V_{CE} = 0.3 \text{ V}$
- d) $V_{BE} = 0 \text{ V}$ i $V_{CE} = 5 \text{ V}$



7. El flux magnètic a través d'una superfície tancada ...

- a) és proporcional a la intensitat de corrent que creua superfície tancada.
- b) depèn de la forma i extensió de la superfície tancada.
- c) depèn de si dins la superfície tancada hi ha un imant o no.
- d) sempre és zero.

8. Dos solenoides (bobines cilíndriques) d'igual longitud i radi tenen $N_1 = 1000$ i $N_2 = 2000$ espires. Quina relació hi ha entre els coeficients d'autoinducció respectius L_1 i L_2 ?

- a) $L_1 = L_2/4$
- b) $L_1 = L_2/2$
- c) $L_1 = 2L_2$
- d) $L_1 = 4L_2$

9. En una ona electromagnètica que es propaga pel buit, quina relació hi ha entre la densitat d'energia elèctrica i la magnètica?

- a) són independents
- b) són iguals
- c) la densitat d'energia elèctrica és la meitat de la magnètica
- d) la densitat d'energia elèctrica és el doble de la magnètica

10. Una emissora de radio emet ones electromagnètiques esfèriques amb una potència mitjana P . A una distància r_1 de l'emissora la intensitat mitjana de les ones és I_1 . A una distància r_2 la intensitat mitjana és $I_2 = I_1/4$. Quina relació hi ha entre r_2 i r_1 ?

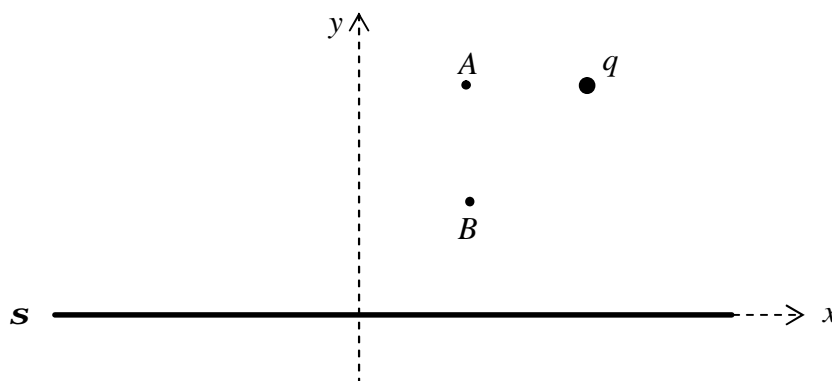
- a) $r_2 = r_1/4$
- b) $r_2 = r_1/2$
- c) $r_2 = 2r_1$
- d) $r_2 = 4r_1$

Examen final de Física - 15 de gener de 2009

Problema 1 (20% de l'examen)

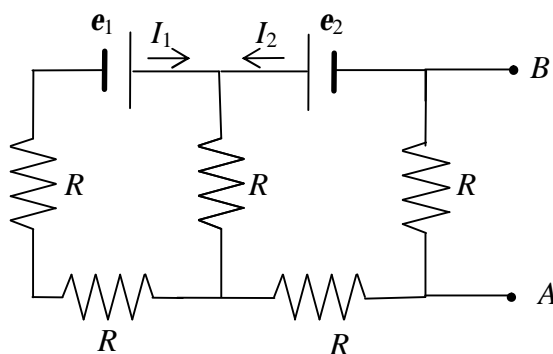
La figura representa una làmina plana infinita situada sobre el pla xz i que està carregada uniformement amb una densitat superficial de càrrega $\sigma = 10 \text{ nC/m}^2$. A més a més, al punt $(10 \text{ cm}, 10 \text{ cm}, 0)$ hi ha una càrrega $q = 0.1 \text{ nC}$. Determineu:

- Les coordenades del punt on el camp elèctric és nul.
- La diferència de potencial $V_B - V_A$ entre els punts $B(5 \text{ cm}, 5 \text{ cm}, 0)$ i $A(5 \text{ cm}, 10 \text{ cm}, 0)$.



Problema 2 (20% de l'examen)

Considerem el circuit de la figura, on totes les resistències són iguals a $R = 8 \Omega$, i les fem de les bateries (de resistència negligible) són $\mathcal{E}_1 = 5 \text{ V}$ i $\mathcal{E}_2 = 10 \text{ V}$, respectivament.

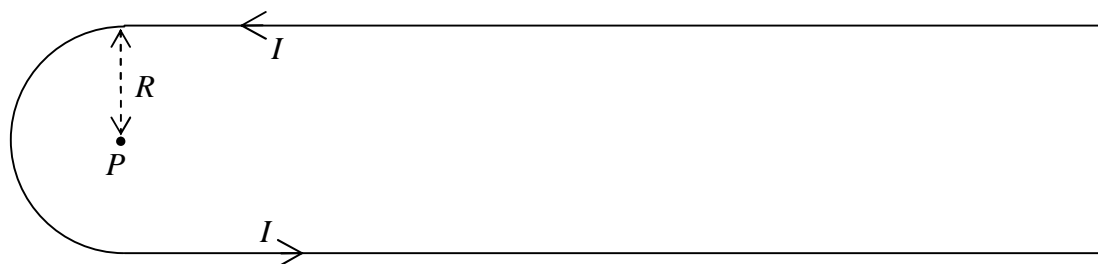


- Quina intensitat circula per cada bateria?
- Quin és el circuit equivalent Thévenin entre els punts A i B ?

(continua darrera)

Problema 3 (20% de l'examen)

Sigui el fil conductor de la figura, format per un semicercle i dos segments rectilinis que poden considerar-se infinitament llargs per la dreta, i pel qual circula un corrent elèctric d'intensitat I .



a1) Raoneu, a partir de la llei de Biot i Savart, quina és la direcció i sentit del camp magnètic en el punt P (centre del semicercle de radi R).

a2) Demostreu que el mòdul del camp magnètic a P és

$$B = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{2pR}$$

b) Considereu que $R = 100$ cm i que la intensitat disminueix amb el temps segons l'expressió $I(t) = I_0 e^{-bt}$, on $I_0 = 0.1$ A i $b = 100$ s⁻¹. Si situem una petita espira circular de radi $r = 1$ cm centrada a P i paral·lela al pla del semicercle, determineu:

b1) La fem induïda a l'espira.

Podeu considerar que el camp magnètic que travessa l'espira és uniforme i igual al seu valor en el punt P .

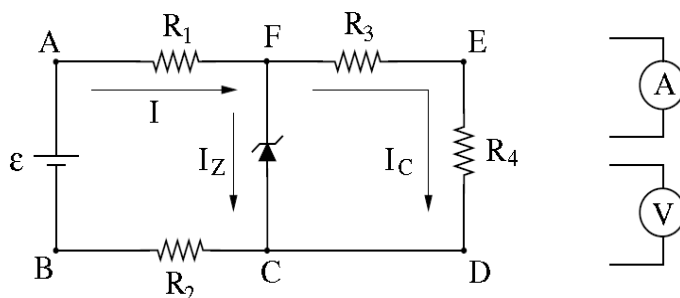
b2) El sentit del corrent induït. Raoneu la resposta.

Les notes sortiran el dimarts 27 de gener.

La revisió de l'examen es farà el dijous 29 de gener en sessions de matí (11:30-12:30) i tarda (15:00-16:00) a l'aula B4-212, al segon pis del Mòdul B4.

Qüestió de pràctiques de laboratori - 15 de gener de 2009

La figura representa un circuit on ϵ és una font de tensió variable i els valors de les resistències són $R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = 150 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$ i $R_4 = 300 \Omega$.



Per a diferents valors de la tensió ϵ de la font volem mesurar la tensió V_{FC} als extrems del díode Zener i la intensitat I_Z que hi circula. Per fer-ho disposem de dos polímetres, un funcionant com a amperímetre (A) i l'altre com a volúmetre (V), que hem simbolitzat a la dreta del circuit.

- a) Feu un dibuix indicant com connectaríeu els polímetres per mesurar V_{FC} i I_Z .
- b) Si els valors de V_{FC} i I_Z que mesurem per a diferents valors de ϵ són els indicats a la taula, quin és el valor aproximat de la tensió Zener V_Z característica del díode?
- c) Ompliu les dues columnes en blanc de la taula amb els valors dels corrents I_C i I que, en cada cas, circulen per les branques dreta i esquerra del circuit.

V_{FC} (V)	I_Z (mA)	I_C (mA)	I (mA)
2.00	0		
2.60	0		
3.99	10		
4.00	20		
4.00	30		
4.01	40		

Respostes correctes de les qüestions del test

Qüestió	Model A	Model B
1	d	a
2	b	c
3	c	b
4	b	c
5	c	b
6	a	d
7	c	d
8	d	a
9	c	b
10	b	c

Raonaments:

1. $V = kq/r \rightarrow q > 0 \rightarrow V > 0$ i més petit quan més gran és r . A la figura $r_B > r_A = r_C > r_D$

2. Entre plaques $\mathbf{E} = (\mathbf{s}/\epsilon_0)\mathbf{u}$ (horitzontal cap a la dreta)

$$V_B - V_A = -\mathbf{E} \cdot (\mathbf{r}_B - \mathbf{r}_A) = \mathbf{E} \cdot (\mathbf{r}_A - \mathbf{r}_B) = (\mathbf{s}/\epsilon_0)L \cos 60 = 0.5(\mathbf{s}/\epsilon_0)L$$

3. $P_s = \mathbf{e}I - rI^2 = (12 \text{ V})(80 \text{ A}) - (0.04 \Omega)(80 \text{ A})^2 = 704 \text{ W}$

4. $q(t) = Q_0 \exp(-t/\tau) = 0.1Q_0 \rightarrow \exp(-t/\tau) = 0.1 \rightarrow -t/\tau = \ln(0.1) \rightarrow t = -\tau \ln(0.1) = 2.3\tau$

5. El díode amb $V_A = 10 \text{ V}$ està polaritzat directament. Per tant, condueix i la tensió als seus borns és $V_A - V_{out} = V_g = 0.7 \text{ V} \rightarrow V_{out} = V_A - V_g = (10 \text{ V}) - (0.7 \text{ V}) = 9.3 \text{ V}$.

6. Si $V_{in} = 0$, el transistor és en tall, $I_B = 0$ i la tensió a la base és $V_B = V_{in} = 0$. I com l'emissor està connectat a terra, $V_E = 0$ i $V_{BE} = V_B - V_E = 0$. A més a més, en tall $I_C = 0$ i la tensió al col·lector és $V_C = 5 \text{ V}$, de manera que $V_{CE} = V_C - V_E = 5 \text{ V}$.

7. Les línies de camp magnètic es tanquen sobre elles mateixes i, per tant, el flux magnètic a través d'una superfície tancada sempre és nul, doncs tota línia que surt cap a fora torna a entrar.

8. $L = \mu_0 n^2 l \pi r^2 = L = \mu_0 (N/l)^2 l \pi r^2 \rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{1000^2}{2000^2} = \frac{1}{4} \rightarrow L_1 = L_2/4$

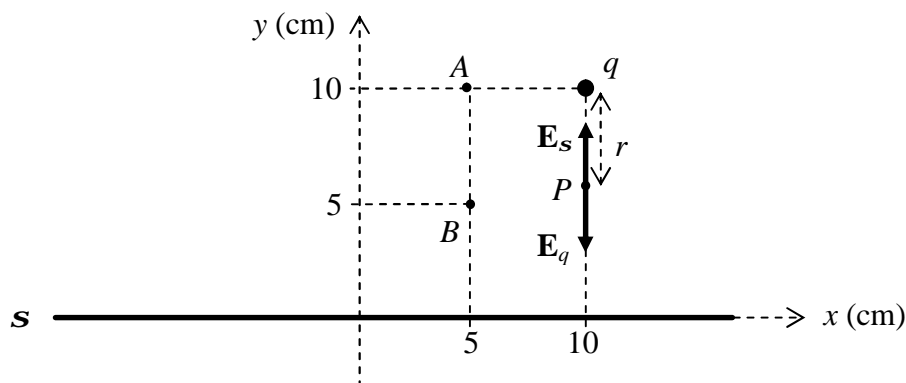
9. En el buit $\mathbf{h}_E = \epsilon_0 E^2/2$ i $\mathbf{h}_B = B^2/(2\mu_0)$. Tenint en compte que en una ona electromagnètica se satisfà $E = cB$ on $c = 1/(\epsilon_0 \mu_0)^{1/2}$, és fàcil demostrar (com s'ha fet a classe) que $\mathbf{h}_E = \mathbf{h}_B$.

10. Per a ones esfèriques $I = P/(4\pi r^2) \rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \rightarrow \frac{I_1}{I_1/4} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \rightarrow r_2 = 2r_1$

Resolució del Problema 1 (20% de l'examen)

La figura representa una làmina plana infinita situada sobre el pla xz i que està carregada uniformement amb una densitat superficial de càrrega $s = 10 \text{ nC/m}^2$. A més a més, al punt (10 cm, 10 cm, 0) hi ha una càrrega $q = 0.1 \text{ nC}$. Determineu:

- Les coordenades del punt on el camp elèctric és nul.
- La diferència de potencial $V_B - V_A$ entre els punts $B(5 \text{ cm}, 5 \text{ cm}, 0)$ i $A(5 \text{ cm}, 10 \text{ cm}, 0)$.



Dades: $s = 10 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$; $q = 0.1 \times 10^{-9} \text{ C}$; $x_q = 0.1 \text{ m}$; $y_q = 0.1 \text{ m}$; $z_q = 0$
 $x_A = 0.05 \text{ m}$; $y_A = 0.1 \text{ m}$; $z_A = 0$
 $x_B = 0.05 \text{ m}$; $y_B = 0.05 \text{ m}$; $z_B = 0$

a) Per a $y > 0$, el camp elèctric \mathbf{E}_s de la làmina és vertical en sentit ascendent i de mòdul

$$E_s = \frac{10 \times 10^{-9}}{2(8.85 \times 10^{-12})} = 565 \text{ V/m}$$

Perquè el camp s'anul·li, q ha de crear un camp \mathbf{E}_q d'igual mòdul i direcció però sentit oposat, la qual cosa només és possible en un punt P de la línia perpendicular a la làmina que passa per q i que està situat entre la làmina i q , tal com s'indica a la figura.

Atès que, el mòdul de \mathbf{E}_q , a una distància r de q , és $E_q = k \frac{q}{r^2}$

perquè el camp s'anul·li, $E_s = k \frac{q}{r^2} \rightarrow r = \sqrt{k \frac{q}{E_s}} = \sqrt{9 \times 10^9 \frac{0.1 \times 10^{-9}}{565}} = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$

Per tant, P està 6 cm per sobre de la làmina i les seves coordenades són $P(10 \text{ cm}, 6 \text{ cm}, 0)$

b) $V_B - V_A$ és la suma de la ddp deguda a \mathbf{E}_s més la deguda a \mathbf{E}_q .

La ddp deguda a \mathbf{E}_s és $(V_B - V_A)_s = -E_s (y_B - y_A) = -(565 \text{ V/m})(-0.05 \text{ m}) = 28.25 \text{ V}$

La ddp deguda a \mathbf{E}_q és el potencial de Q a B (V_{qB}) menys el potencia de Q a A (V_{qA})

La distància de q a A és $r_{qA} = x_A - x_q = 0.05 \text{ m}$

i el potencial de q a A és $V_{qA} = k \frac{q}{r_{qA}} = 9 \times 10^9 \frac{0.1 \times 10^{-9}}{0.05} = 18 \text{ V}$

La distància de q a B és $r_{qB} = \sqrt{(x_B - x_q)^2 + (y_B - y_q)^2} = \sqrt{0.05^2 + 0.05^2} = 0.0707 \text{ m}$

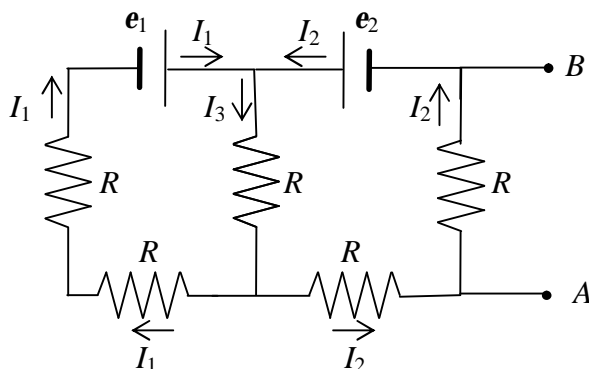
i el potencial de q a B és $V_{qB} = k \frac{q}{r_{qB}} = 9 \times 10^9 \frac{0.1 \times 10^{-9}}{0.0707} = 12.73 \text{ V}$

Llavors la ddp deguda a \mathbf{E}_q és $(V_B - V_A)_q = V_{qB} - V_{qA} = (12.7 \text{ V}) - (18 \text{ V}) = -5.27 \text{ V}$

Per tant $V_B - V_A = (V_B - V_A)_s + (V_B - V_A)_q = (28.25 \text{ V}) + (-5.27 \text{ V}) = 22.98 \text{ V}$

Resolució del Problema 2 (20% de l'examen)

Considerem el circuit de la figura, on totes les resistències són iguals a $R = 8 \Omega$, i les fem de les bateries (de resistència negligible) són $e_1 = 5 \text{ V}$ i $e_2 = 10 \text{ V}$, respectivament.



- Quina intensitat circula per cada?
- Quin és el circuit equivalent Thévenin entre els punts A i B?

a) $I_3 = I_1 + I_2$

$$e_1 - RI_3 - 2RI_1 = 0 \rightarrow 5 - 8(I_1 + I_2) - 16I_1 = 0 \rightarrow 24I_1 + 8I_2 = 5 \rightarrow 24I_1 + 8I_2 = 5 \quad (*)$$

$$e_2 - RI_3 - 2RI_2 = 0 \rightarrow 10 - 8(I_1 + I_2) - 16I_2 = 0 \rightarrow 8I_1 + 24I_2 = 10 \rightarrow \underline{-3 \times (8I_1 + 24I_2 = 10)}$$

$$0 - 64I_2 = -25 \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{I_2 = 25/64 = 0.39 \text{ A}} \rightarrow (*) \quad 24I_1 + 8(25/64) = 5 \rightarrow \boxed{I_1 = [5 - 8(25/64)]/24 = 0.078 \text{ A}}$$

b) $\boxed{e_{Th} = (V_A - V_B)_{CO} = RI_2 = 8(25/64) = 3.125 \text{ V}}$

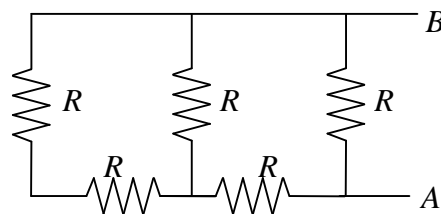
R_{Th} és la R_{eq} entre A i B de la combinació de la dreta.

Les dues R de l'esquerra estan en sèrie $\rightarrow 2R$,

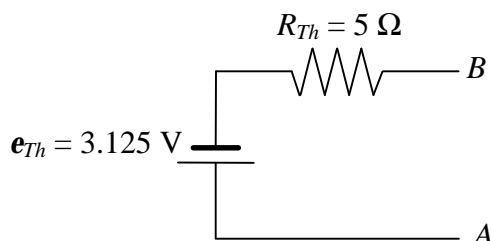
i en paral·lel amb la R central $\rightarrow [(1/2R) + (1/R)]^{-1} = 2R/3$

Aquesta part està en sèrie amb la R inferior dreta $\rightarrow 5R/3$

i el conjunt en paral·lel amb la R dreta $\rightarrow \boxed{R_{Th} = [3/(5R) + 1/R]^{-1} = 5R/8 = 5(8 \Omega)/8 = 5 \Omega}$

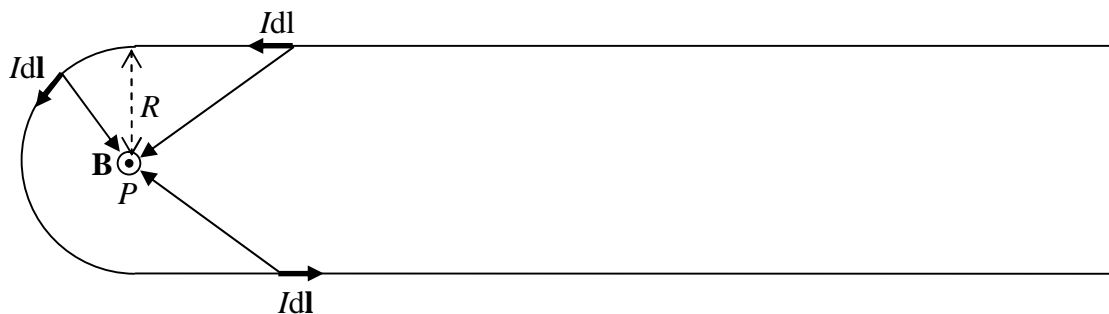


Per tant, el circuit equivalent Thévenin és el de la figura



Resolució del Problema 3 (20% de l'examen)

Sigui el fil conductor de la figura, format per un semicercle i dos segments rectilinis que poden considerar-se infinitament llargs per la dreta, i pel qual circula un corrent elèctric d'intensitat I .



a1) Raoneu, a partir de la llei de Biot i Savart, quina és la direcció i sentit del camp magnètic en el punt P (centre del semicercle de radi R).

a2) Demostreu que el mòdul del camp magnètic a P és

$$B = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{2pR}$$

b) Considereu que $R = 100$ cm i que la intensitat disminueix amb el temps segons l'expressió $I(t) = I_0 e^{-bt}$, on $I_0 = 0.1$ A i $b = 100$ s⁻¹. Si situem una petita espira circular de radi $r = 1$ cm centrada a P i paral·lela al pla del semicercle, determineu:

b1) La fem induïda a l'espira.

Podeu considerar que el camp magnètic que travessa l'espira és uniforme i igual al seu valor en el punt P .

b2) El sentit del corrent induït. Raoneu la resposta.

a1) La llei de Biot i Savart diu que el camp magnètic $d\mathbf{B}$ creat per un element de corrent $I d\mathbf{l}$ és

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4p} \frac{I d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3} \quad \text{on } \mathbf{r} \text{ és el vector que va de l'element de corrent al punt on es calcula } d\mathbf{B}.$$

Com es veu a la figura superior, en el punt P , el producte vectorial $I d\mathbf{l} \times \mathbf{r}$, per a tots els elements de corrent, és un vector perpendicular al pla del paper i dirigit cap a fora. Per tant,

el camp magnètic a P és perpendicular al pla del paper i dirigit cap a fora

a2) El camp magnètic \mathbf{B} és la suma del camp creat pel semicercle més el dels dos segments. I com que en el punt P tots els elements de corrent creen un $d\mathbf{B}$ en la mateixa direcció i sentit, el mòdul de \mathbf{B} és la suma de tots els mòduls dB .

En el cas del semicercle, cada $I d\mathbf{l}$ és perpendicular a \mathbf{r} (tots de mòdul R), de manera que

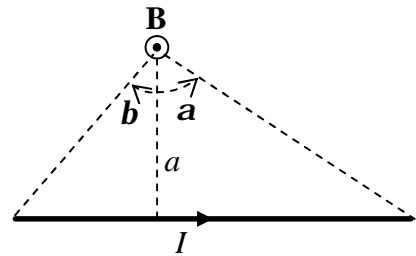
$$|d\mathbf{l} \times \mathbf{r}| = I d\mathbf{l} R \quad \rightarrow \quad dB_c = \frac{\mu_0}{4p} \frac{I d\mathbf{l}}{R^2}$$

i el mòdul del camp és
$$B_c = \int dB_c = \int \frac{\mu_0}{4p} \frac{I d\mathbf{l}}{R^2} = \frac{\mu_0}{4p} \frac{I}{R^2} \int d\mathbf{l} = \frac{\mu_0}{4p} \frac{I}{R^2} (pR) = \frac{\mu_0}{4} \frac{I}{R}$$

on hem integrat a llarg del perímetre del semicercle (de longitud pR)

El mòdul del camp magnètic creat per un segment rectilini en un punt com el de la figura és

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} [\sin a - \sin b] \quad \text{on} \quad a > 0 \text{ i } b < 0$$



En el cas d'un segment rectilini infinitament llarg per la dreta (qualsevol dels dos), i per al punt P,

$$a = R \quad ; \quad a = 90^\circ \quad ; \quad b = 0 \quad \rightarrow \quad B_s = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} [\sin 90 - \sin 0] = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

Per tant,
$$B = B_c + B_s + B_s = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

b1) $R = 1 \text{ m} \quad ; \quad r = 0.01 \text{ m} \quad ; \quad I(t) = I_0 e^{-bt}$, on $I_0 = 0.1 \text{ A}$ i $b = 100 \text{ s}^{-1}$

L'àrea de la superfície delimitada per l'espira és $A = \pi r^2 = 3.1416 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Al punt P, $B = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = \frac{\mu_0}{R} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\pi} \right) I = aI$ on $a = \frac{\mu_0}{R} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\pi} \right) = 5.14 \times 10^{-7} \text{ T/A}$

Si considerem que el camp magnètic que travessa l'espira és uniforme i igual al seu valor a P, la qual cosa es pot fer perquè l'espira és prou petita, i tenim en compte que el camp magnètic és perpendicular al pla de l'espira, el flux magnètic a través de l'espira és

$$\mathbf{f} = BA = AaI = AaI_0 e^{-bt}$$

Aleshores, d'acord amb la llei de Faraday, la fem induïda a l'espira és

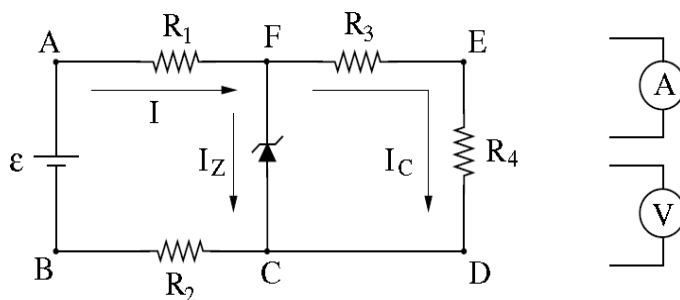
$$e_{ind} = -\frac{d\mathbf{f}}{dt} = -\frac{d(AaI_0 e^{-bt})}{dt} = -Aa(-b)I_0 e^{-bt} = AabI_0 e^{-bt} = (1.6 \times 10^{-9} \text{ V}) e^{-bt}$$

b2) El camp magnètic travessa l'espira en el sentit cap a fora del paper, i el flux magnètic en aquest sentit disminueix a mida que ho fa la intensitat. Per tant, d'acord amb la llei de Lenz, el corrent induït a l'espira ha de circular en el sentit que el seus efectes siguin oposats a la disminució del flux cap a fora, és a dir, generant un camp magnètic induït també cap a fora, la qual cosa implica que ho fa en sentit antihorari com al semicercle.

El corrent induït circula en sentit antihorari

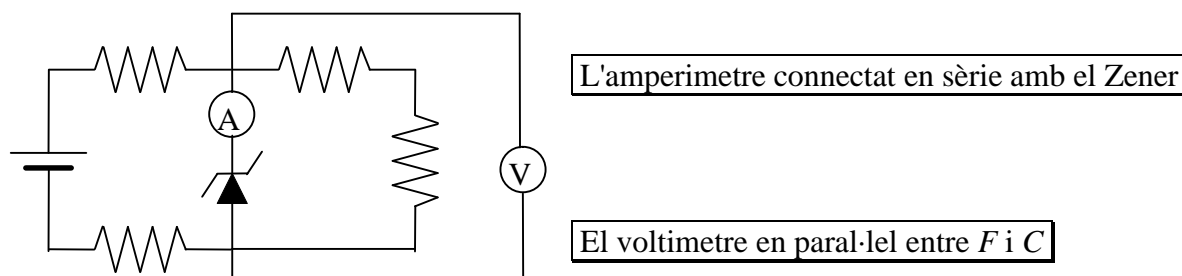
Resolució de la qüestió de pràctiques de laboratori

La figura representa un circuit on ϵ és una font de tensió variable i els valors de les resistències són $R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = 150 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$ i $R_4 = 300 \Omega$.



Per a diferents valors de la tensió ϵ de la font volem mesurar la tensió V_{FC} als extrems del díode Zener i la intensitat I_Z que hi circula. Per fer-ho disposem de dos polímetres, un funcionant com a amperímetre (A) i l'altre com a voltímetre (V), que hem simbolitzat a la dreta del circuit.

a) Feu un dibuix indicant com connectaríeu els polímetres per mesurar V_{FC} i I_Z .



b) Si els valors de V_{FC} i I_Z que mesurem per a diferents valors de ϵ són els indicats a la taula, quin és el valor de la tensió Zener V_Z característica del díode?

Quan passa corrent pel Zener, $V_{FC} \approx V_Z \approx 4 \text{ V}$

c) Ompliu les dues columnes en blanc de la taula amb els valors dels corrents I_C i I que, en cada cas, circulen per les branques dreta i esquerra del circuit.

(1) $I_C = V_{FC} / (R_3 + R_4)$ amb $R_3 = 0.1 \text{ k}\Omega$ i $R_4 = 0.3 \text{ k}\Omega$

(2) $I = I_Z + I_C$

V_{FC} (V)	I_Z (mA)	(1)	(2)
		I_C (mA)	I (mA)
2.00	0	5	5
2.60	0	6.5	6.5
3.99	10	10	20
4.00	20	10	30
4.00	30	10	40
4.01	40	10	50