

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - 17 d'abril de 2008

Model A

Qüestions (40% de l'examen final)

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.

Encerceleu les respostes que considereu correctes 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. A una distància r d'una càrrega puntual q , el potencial elèctric val $V(r) = 0.54$ V i el mòdul del camp elèctric és $E(r) = 0.27$ N/C. Quins són els valors de q i r ?

- a) $q = 0.24$ nC i $r = 1$ m
- b) $q = 0.12$ nC i $r = 2$ m
- c) $q = 0.36$ nC i $r = 4$ m
- d) $q = -0.12$ nC i $r = 2$ m

2. Considereu dues càrregues, una positiva $q_1 = 2q$, i l'altra negativa, $q_2 = -q$, separades una distància a . En quants punts de la línia que les uneix, exceptuant distàncies infinites, es verifica que el potencial elèctric val zero, i en quants és nul camp elèctric?

- a) El potencial és zero a 2 punts i el camp és nul a 2 punts
- b) El potencial és zero a 1 punt i el camp és nul a 1 punt
- c) El potencial és zero a 1 punt i el camp és nul a 2 punts
- d) El potencial és zero a 2 punts i el camp és nul a 1 punt

3. Si, a una distància r d'una càrrega puntual q , la densitat d'energia elèctrica en el buit és u_0 , la densitat d'energia elèctrica a la mateixa distància quan q està submergida en un medi dielèctric amb una permitivitat relativa $\epsilon_r = 2$ és

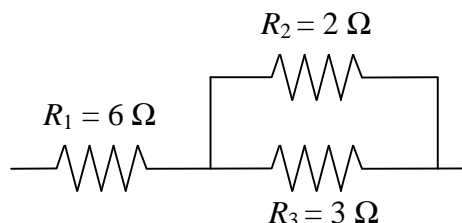
- a) $4u_0$
- b) $2u_0$
- c) $u_0/2$
- d) $u_0/4$

4. Un pla infinit carregat uniformement amb una densitat superficial $\sigma = 25$ nC/m², està sobre el pla xy . Quin treball cal fer per moure una càrrega puntual negativa $q = -10$ nC des del punt de coordenades (3 m, 6 m, 1 m) al punt (-2 m, 4 m, 1 m)?

- a) 0
- b) 11.23 J
- c) -11.23 J
- d) No es pot calcular sense saber el camí que segueix q .

5. Si la diferència de potencial als extrems de $R_2 = 2$ Ω és $V_2 = 3$ V, la diferència de potencial als extrems de R_1 és

- a) 3 V
- b) 9 V
- c) 15 V
- d) 21 V



(continua darrera)

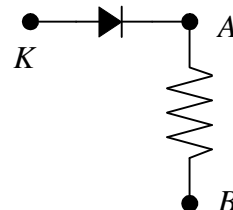
6. Disposem de dues resistències d'igual valor R i una bateria amb una fem e i una resistència interna r . Si connectem les dues resistències en sèrie a la bateria, per la bateria circula una intensitat que és la meitat de la que circula quan connectem les dues resistències en paral·lel. Quin és el valor de R ?

- a) $R = r/2$
- b) $R = r$
- c) $R = 2r$
- d) $R = 4r$

7. Considereu una resistència i un condensador en sèrie connectats a una pila de fem e . Si el condensador està inicialment descarregat, quina de les següents afirmacions és certa?

- a) El condensador es carrega instantàniament.
- b) El temps que triga el condensador en carregar-se depèn del valor de e .
- c) A mida que el condensador es carrega la intensitat que circula augmenta.
- d) Un cop carregat completament, l'energia del condensador és proporcional a e^2

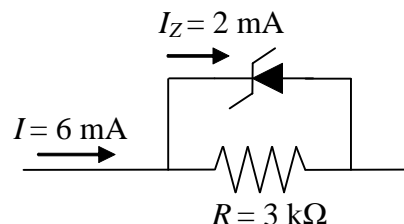
8. La figura representa la branca d'un circuit elèctric per la qual pot passar corrent o no. Si la tensió llindar del díode és 0.7 V i la diferència de potencial als extrems de la resistència és $V_A - V_B = 10\text{ V}$, quan val $V_K - V_B$



- a) 10.7 V
- b) 9.3 V
- c) 0.7 V
- d) 0 V

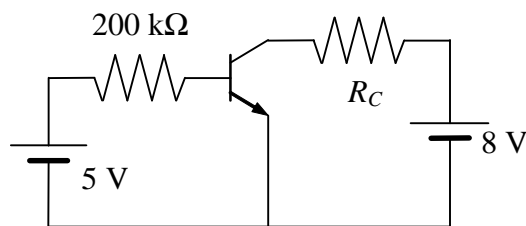
9. Quina és la tensió Zener del díode del circuit de la figura?

- a) 6 V
- b) 9 V
- c) 12 V
- d) 18 V



10. Els paràmetres del transistor del circuit de la figura són $V_g = 0.7\text{ V}$, $\beta = 100$ i $V_{CEsat} = 0.3\text{ V}$. Si la tensió col·lector-emissor és $V_{CE} = 3.7\text{ V}$, quin és el valor de la resistència R_C ?

- a) $100\text{ k}\Omega$
- b) $10\text{ k}\Omega$
- c) $5\text{ k}\Omega$
- d) $2\text{ k}\Omega$



Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - 17 d'abril de 2008

Model B

Qüestions (40% de l'examen final)

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta.

Encercleu les respostes que considereu correctes 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. A una distància r d'una càrrega puntual q , el potencial elèctric val $V(r) = 0.54$ V i el mòdul del camp elèctric és $E(r) = 0.27$ N/C. Quins són els valors de q i r ?

- a) $q = 0.12$ nC i $r = 2$ m
- b) $q = -0.12$ nC i $r = 2$ m
- c) $q = 0.24$ nC i $r = 1$ m
- d) $q = 0.36$ nC i $r = 4$ m

2. Considereu dues càrregues, una positiva $q_1 = 2q$, i l'altra negativa, $q_2 = -q$, separades una distància a . En quants punts de la línia que les uneix, exceptuant distàncies infinites, es verifica que el potencial elèctric val zero, i en quants és nul camp elèctric?

- a) El potencial és zero a 1 punt i el camp és nul a 1 punt
- b) El potencial és zero a 2 punts i el camp és nul a 2 punts
- c) El potencial és zero a 2 punts i el camp és nul a 1 punt
- d) El potencial és zero a 1 punt i el camp és nul a 2 punts

3. Si, a una distància r d'una càrrega puntual q , la densitat d'energia elèctrica en el buit és u_0 , la densitat d'energia elèctrica a la mateixa distància quan q està submergida en un medi dielèctric amb una permitivitat relativa $\epsilon_r = 2$ és

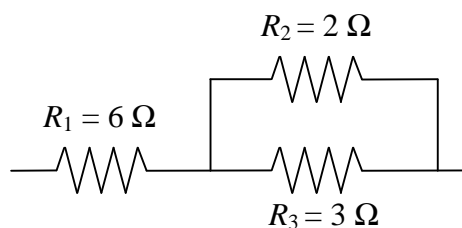
- a) $u_0/4$
- b) $u_0/2$
- c) $2u_0$
- d) $4u_0$

4. Un pla infinit carregat uniformement amb una densitat superficial $\sigma = 25$ nC/m², està sobre el pla xy . Quin treball cal fer per moure una càrrega puntual negativa $q = -10$ nC des del punt de coordenades (3 m, 6 m, 1 m) al punt (-2 m, 4 m, 1 m)?

- a) -11.23 J
- b) 11.23 J
- c) 0
- d) No es pot calcular sense saber el camí que segueix q .

5. Si la diferència de potencial als extrems de $R_2 = 2$ Ω és $V_2 = 3$ V, la diferència de potencial als extrems de R_1 és

- a) 21 V
- b) 15 V
- c) 9 V
- d) 3 V



(continua darrera)

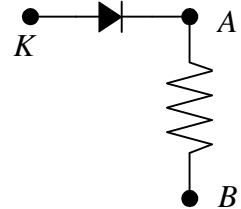
6. Disposem de dues resistències d'igual valor R i una bateria amb una fem e i una resistència interna r . Si connectem les dues resistències en sèrie a la bateria, per la bateria circula una intensitat que és la meitat de la que circula quan connectem les dues resistències en paral·lel. Quin és el valor de R ?

- a) $R = 4r$
- b) $R = 2r$
- c) $R = r$
- d) $R = r/2$

7. Considereu una resistència i un condensador en sèrie connectats a una pila de fem e . Si el condensador està inicialment descarregat, quina de les següents afirmacions és certa?

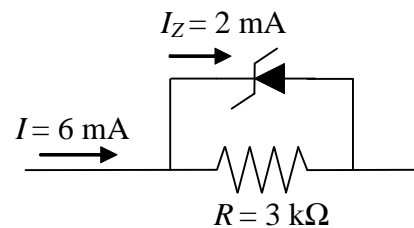
- a) El condensador es carrega instantàniament.
- b) A mida que el condensador es carrega la intensitat que circula augmenta.
- c) El temps que triga el condensador en carregar-se depèn del valor de e .
- d) Un cop carregat completament, l'energia del condensador és proporcional a e^2

8. La figura representa la branca d'un circuit elèctric per la qual pot passar corrent o no. Si la tensió llindar del díode és 0.7 V i la diferència de potencial als extrems de la resistència és $V_A - V_B = 10\text{ V}$, quan val $V_K - V_B$?



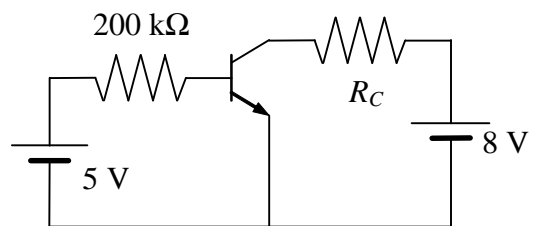
- a) 0 V
- b) 0.7 V
- c) 9.3 V
- d) 10.7 V

9. Quina és la tensió Zener del díode del circuit de la figura?



- a) 18 V
- b) 12 V
- c) 9 V
- d) 6 V

10. Els paràmetres del transistor del circuit de la figura són $V_g = 0.7\text{ V}$, $\beta = 100$ i $V_{CEsat} = 0.3\text{ V}$. Si la tensió col·lector-emissor és $V_{CE} = 3.7\text{ V}$, quin és el valor de la resistència R_C ?

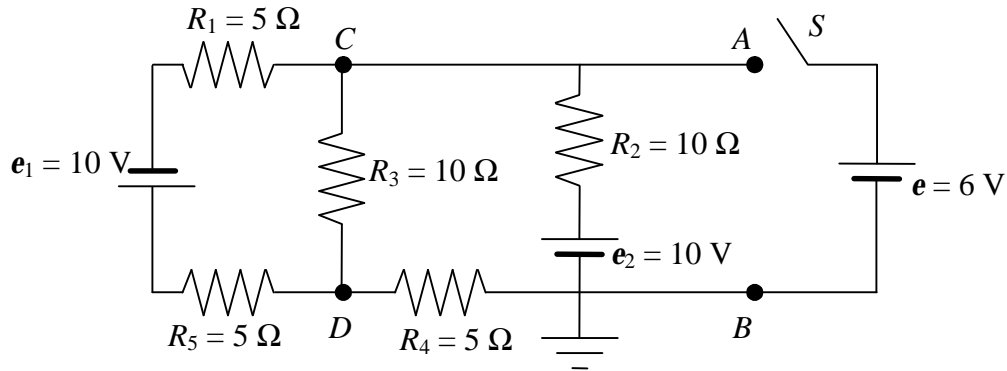


- a) $2\text{ k}\Omega$
- b) $5\text{ k}\Omega$
- c) $10\text{ k}\Omega$
- d) $100\text{ k}\Omega$

Problema 1 (30% de l'examen parcial)

Considereu el circuit de la figura, on la resistència interna de totes les bateries és negligible.

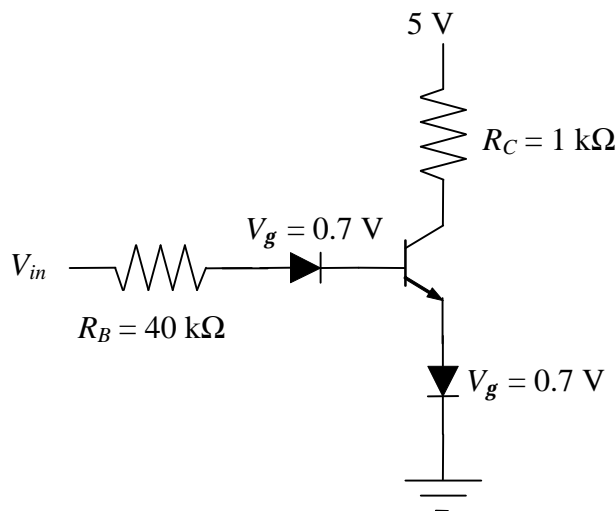
- Calculeu la intensitat que circula per cada branca, tot indicant el seu sentit.
- Quin és el potencial elèctric al punt C ? I al D ?
- Quin és el circuit equivalent Thévenin entre els punts A i B del circuit de l'esquerra?
- Si connectem l'interruptor S al punt A , determineu quina és la potència subministrada o absorbida per la pila de 6 V , tot indicant si subministra o absorbeix energia.



Problema 2 (30% de l'examen parcial)

Els paràmetres característics del transistor de la figura són $V_g = 0.7\text{ V}$, $V_{CEsat} = 0.3\text{ V}$ i $\beta = 100$, i la tensió llindar dels dos díodes és $V_g = 0.7\text{ V}$.

- Per a quins valors de V_{in} el transistor treballa a la zona de tall?
- Quina intensitat entra pel col·lector quan $V_{in} = 2.5\text{ V}$? En quina zona treballa el transistor?
- Per a quins valors de V_{in} el transistor treballa a la zona de saturació? I a l'activa?



Les notes sortiran el dimarts 29 d'abril.

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

(Darrera hi ha l'examen de pràctiques de laboratori)

Examen de Pràctiques de Física - 17 d'abril de 2008

Al laboratori de Física fem l'experiment de la mesura de la velocitat d'una ona acústica. Disposem d'un generador i un receptor d'ultrasons, cadascun connectat a un dels canals de l'oscil·loscopi. Primer mesurem el període de l'ona acústica i trobem que val $22 \mu\text{s}$ amb un error del 3.6%. Després, amb un regle de resolució 1 mm, mesurem la distància corresponent a 20 longituds d'ona, que resulta ser de 14.5 cm. Per mesurar aquesta distància hem fet la diferència $x_n - x_0$ entre les posicions $x_n = 17.7 \text{ cm}$ i $x_0 = 3.2 \text{ cm}$.

- a) Quina és l'expressió correcta (amb el seu error) del resultat de la mesura del període?
- b) Calculeu la longitud d'ona i el seu error.
- c) Quin és el resultat experimental (amb el seu error) de la velocitat de l'ona?

Respostes correctes del Test

Model A

- 1. b**
- 2. d**
- 3. c**
- 4. a**
- 5. c**
- 6. b**
- 7. d**
- 8. a**
- 9. c**
- 10. d**

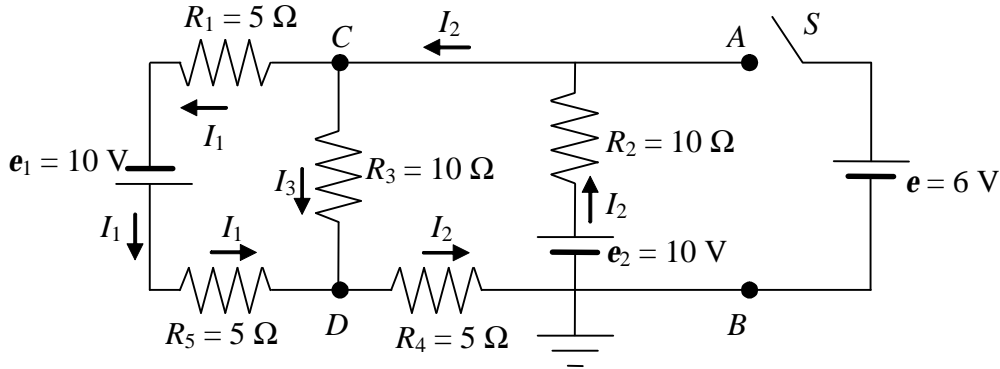
Model B

- 1. a**
- 2. c**
- 3. b**
- 4. c**
- 5. b**
- 6. c**
- 7. d**
- 8. d**
- 9. b**
- 10. a**

Resolució del Problema 1 (30% de l'examen parcial)

Considereu el circuit de la figura, on la resistència interna de totes les bateries és negligible.

- Calculeu la intensitat que circula per cada branca, tot indicant el seu sentit.
- Quin és el potencial elèctric al punt C? I al D?
- Quin és el circuit equivalent Thévenin entre els punts A i B del circuit de l'esquerra?
- Si connectem l'interruptor S al punt A, determineu quina és la potència subministrada o absorbida per la pila de 6 V, tot indicant si subministra o absorbeix energia.



- a) Si l'interruptor S està obert, **per la pila de 6 V no passa corrent**, i les intensitats que circulen per les branques del circuit de l'esquerra suposem que ho fan en el sentit indicat a la figura.

La llei dels nusos aplicada al nus C implica $I_2 = I_1 + I_3 \rightarrow I_3 = I_2 - I_1$

La llei de les malles aplicada a les malles de l'esquerra recorregudes en sentit horari implica

$$R_1 I_1 - R_3 I_3 + R_5 I_1 - e_1 = 0 \rightarrow 10I_1 - 10I_3 = 10 \rightarrow 10I_1 - 10(I_2 - I_1) = 10 \rightarrow 20I_1 - 10I_2 = 10$$

$$R_2 I_2 - e_2 + R_4 I_2 + R_3 I_3 = 0 \rightarrow 15I_2 + 10I_3 = 10 \rightarrow 15I_2 + 10(I_2 - I_1) = 10 \rightarrow (-10I_1 + 25I_2 = 10) \times 2$$

$$40I_2 = 30$$

$$I_2 = 30/40 = 0.75 \text{ A} \rightarrow I_1 = (10 + 10I_2)/20 = 0.875 \text{ A} \rightarrow I_3 = I_2 - I_1 = -0.125 \text{ A}$$

El valor negatiu de I_3 vol dir que circula en sentit oposat al que hem indicat a la figura.

- b) Tenint en compte que el punt B està connectat a terra,

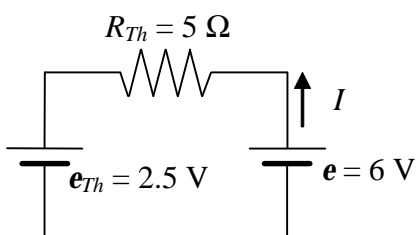
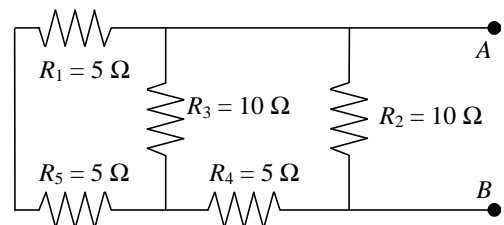
$$V_C = V_C - V_B = e_2 - R_2 I_2 = 2.5 \text{ V} \quad \text{i} \quad V_D = V_D - V_B = R_4 I_2 = 3.75 \text{ V}$$

- c) El circuit equivalent Thévenin entre els punts A i B del circuit de l'esquerra és una fem e_{Th} en sèrie amb una resistència R_{Th} (com és mostra a la figura de l'apartat d).

El valor de e_{Th} és el de $V_A - V_B$ (abans de tancar l'interruptor): $e_{Th} = V_A - V_B = V_C - V_B = 2.5 \text{ V}$

R_{Th} és la resistència equivalent entre A i B de la combinació de la dreta, on R_1 i R_5 (que estan en sèrie, $R_{15} = 10 \Omega$) estan en paral·lel amb R_3 ($R_{153} = 5 \Omega$). Aquestes estan en sèrie amb R_4 ($R_{1534} = 10 \Omega$), el conjunt en paral·lel amb R_2 . Per tant

$$R_{Th} = 5 \Omega$$



- d) Quan tanquem S, tenim el circuit equivalent de l'esquerra, on el corrent circula en sentit antihorari perquè $e > e_{Th}$.

$$I = (e - e_{Th})/R_{Th} = 0.7 \text{ A}$$

Per tant, la pila de 6 V treballa com generador i

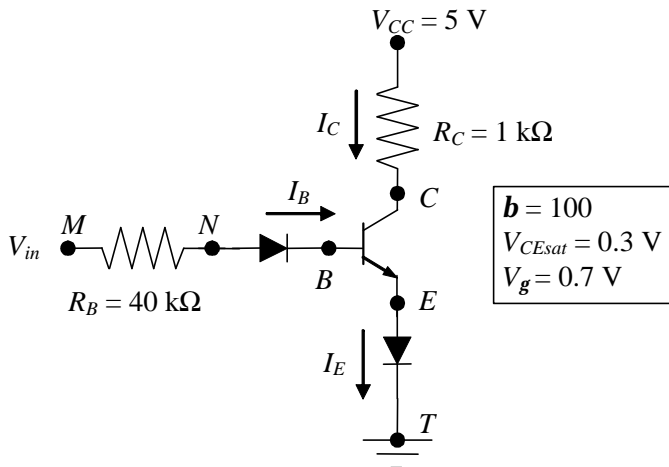
la potència subministrada és $P = eI = 4.2 \text{ W}$

Resolució del Problema 2 (30% de l'examen parcial)

Els paràmetres característics del transistor de la figura són $V_g = 0.7 \text{ V}$, $V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$ i $b = 100$, i la tensió llindar dels dos díodes és $V_g = 0.7 \text{ V}$.

- Per a quins valors de V_{in} el transistor treballa a la zona de tall?
- Quina intensitat entra pel col·lector quan $V_{in} = 2.5 \text{ V}$? En quina zona treballa el transistor?
- Per a quins valors de V_{in} el transistor treballa a la zona de saturació? I a l'activa?

Per facilitar l'explicació de la resolució d'aquest problema, a la figura del circuit hem indicat el sentit dels corrents I_B , I_C i I_E quan el transistor no està en tall, i hem assenyalat una sèrie de punts per poder indicar les diferències de potencial entre ells. A més a més, a la tensió de 5 V del punt superior l'hem anomenat V_{CC} .



Quan el transistor no està en tall, I_B , I_C i

I_E no són nul·les, i pels díodes passa corrent. Aleshores

la tensió base-emissor al transistor és $V_{BE} = V_B - V_E \approx V_g = 0.7 \text{ V}$

i la tensió als extrems dels díodes és $V_{NB} = V_N - V_B \approx V_g = 0.7 \text{ V}$

i $V_E = V_E - V_T \approx V_g = 0.7 \text{ V}$ (en activa o saturació)

de manera que el potencial al punt N és $V_N = V_{NB} + V_{BE} + V_E = 2.1 \text{ V}$ (en activa o saturació)

la qual cosa implica que, perquè el transistor no estigui en tall $V_{in} > 2.1 \text{ V}$. Per tant

a) **El transistor treballa a la zona de tall quan $V_{in} < 2.1 \text{ V}$**

b) Si $V_{in} = 2.5 \text{ V}$, el transistor no està en tall,

i a la resistència R_B $V_{MN} = V_{in} - V_N = R_B I_B \rightarrow I_B = \frac{V_{in} - V_N}{R_B} = \frac{(2.5 - 2.1) \text{ V}}{40 \times 10^3 \Omega} = 0.01 \text{ mA}$

Si suposem que el transistor està en activa $\rightarrow I_C = b I_B = 100(0.01 \text{ mA}) = 1 \text{ mA}$

Però hem de veure si se satisfà la condició d'estar en activa $V_{CE} > V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$.

$V_C = V_{CC} - R_C I_C = (5 \text{ V}) - (1 \text{ k}\Omega)(1 \text{ mA}) = 4 \text{ V} \rightarrow V_{CE} = V_C - V_E = (4 - 0.7) \text{ V} = 3.3 \text{ V} > 0.3 \text{ V}$

Veiem, doncs, que efectivament **treballa a la zona activa** i, per tant, **$I_C = 1 \text{ mA}$**

c) Perquè el transistor estigui en saturació s'ha de satisfer que $I_C < b I_B$ amb $V_{CE} = V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$.

Si $V_{CE} = 0.3 \text{ V} \rightarrow V_C = V_C - V_T = V_{CE} + V_E = 0.3 + 0.7 = 1 \text{ V}$

D'altra banda $V_C = V_{CC} - R_C I_C = (5 \text{ V}) - (10^3 \Omega) I_C = 1 \text{ V} \rightarrow I_C = (4 \text{ V}) / (10^3 \Omega) = 4 \text{ mA}$

$b I_B > I_C \rightarrow b \frac{V_{in} - V_N}{R_B} > 4 \text{ mA} \rightarrow V_{in} > \frac{R_B (4 \text{ mA})}{b} + V_N = \frac{(40 \text{ k}\Omega)(4 \text{ mA})}{100} + (2.1 \text{ V}) = 3.7 \text{ V}$

Per tant, **estarà en saturació quan $V_{in} > 3.7 \text{ V}$** i **estarà en activa quan $2.1 \text{ V} < V_{in} < 3.7 \text{ V}$**

Resolució de l'Examen de Pràctiques de Física - 17 d'abril de 2008

Al laboratori de Física fem l'experiment de la mesura de la velocitat d'una ona acústica. Disposem d'un generador i un receptor d'ultrasons, cadascun connectat a un dels canals de l'oscil·loscopi. Primer mesurem el període de l'ona acústica i trobem que val $22 \mu\text{s}$ amb un error del 3.6%. Després, amb un regle de resolució 1 mm, mesurem la distància corresponent a 20 longituds d'ona, que resulta ser de 14.5 cm. Per mesurar aquesta distància hem fet la diferència $x_n - x_0$ entre les posicions $x_n = 17.7 \text{ cm}$ i $x_0 = 3.2 \text{ cm}$.

- Quina és l'expressió correcta (amb el seu error) del resultat de la mesura del període?
- Calculeu la longitud d'ona i el seu error.
- Quin és el resultat experimental (amb el seu error) de la velocitat de l'ona?

a) $T = 22 \mu\text{s}$ i $e_{rel,T} = 3.6\% = 0.036$

$$e_{rel,T} = e_T/T \rightarrow e_T = T e_{rel,T} = (22 \mu\text{s})0.036 = 0.792 \mu\text{s} \approx 0.80 \mu\text{s} \quad T = (22.00 \pm 0.80) \mu\text{s}$$

L'error l'hem aproximant per excés amb dues xifra significatives.

- b) El regle és un aparell analògic i, per tant, el seu error és la meitat de la seva resolució.

Aleshores, si la resolució del regle és 1 mm, el seu error és $e_x = 0.5 \text{ mm}$, de manera que

$$x_n = (177.0 \pm 0.5) \text{ mm} \quad i \quad x_0 = (32.0 \pm 0.5) \rightarrow d = 20\lambda = x_n - x_0 = 145 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{x_n - x_0}{20} = \frac{145 \text{ mm}}{20} = 7.25 \text{ mm}$$

La mesura de λ l'hem fet a partir de la mesura directa de x_n i x_0 .

$$\text{L'error a } \lambda \text{ degut a } x_n \text{ és } e_{\lambda}(x_n) = \left| \frac{\partial \lambda}{\partial x_n} \right| e_{x_n} = \left| \frac{1}{20} \right| e_{x_n} = \frac{1}{20} (0.5 \text{ mm}) = 0.025 \text{ mm}$$

$$\text{i el degut a } x_0 \text{ és } e_{\lambda}(x_0) = \left| \frac{\partial \lambda}{\partial x_0} \right| e_{x_0} = \left| \frac{-1}{20} \right| e_{x_0} = \frac{1}{20} (0.5 \text{ mm}) = 0.025 \text{ mm}$$

$$\text{Per tant, l'error de } \lambda \text{ és } e_{\lambda} = \sqrt{e_{\lambda}^2(x_n) + e_{\lambda}^2(x_0)} = \sqrt{(0.025 \text{ mm})^2 + (0.025 \text{ mm})^2} = 0.03535 \text{ mm}$$

$$\text{Aproximant per excés amb dues xifres significatives } e_{\lambda} \approx 0.036 \text{ mm} \quad \lambda = (7.250 \pm 0.036) \text{ mm}$$

$$e_{rel,\lambda} = e_{\lambda}/\lambda = 0.03525/7.25 \approx 0.005$$

c) $v = \lambda/T = (7.25 \times 10^{-3} \text{ m}) / (22 \times 10^{-6} \text{ s}) = 329.5454 \text{ m/s}$

L'error de v el podem calcular procedint com a l'apartat anterior. Però com que es tracta d'un cas on la magnitud indirecta s'obté a partir del quocient de dues altres magnituds, podem aplicar

$$e_v = v \sqrt{e_{rel,\lambda}^2 + e_{rel,T}^2} = (329.5454 \text{ m/s}) \sqrt{0.005^2 + 0.036^2} = 11.97 \text{ m/s}$$

$$v = (330 \pm 12) \text{ m/s}$$

on el valor e_v l'hem aproximant per excés amb dues xifres significatives i el de v l'hem arrodonit.