***Question 1.1 :* Indiquer** la taille apparente maximale de l’échantillon pouvant être imagé. *voir DT1. "Taille appar. molécule". Au maxi (surface) : 100 µm et prof. 75 µm
Donc : V = 100 x 100 x 75 = 75.104 [µm]3*

***Question 1.2 :* Préciser** sur la figure 1 (DR1), en complétant les mentions "miroir X" et "miroir Y", le miroir qui permet le balayage surfacique de l'échantillon en X et celui qui le permet en Y.

***Question 1.3 :***

*Δ2 // Δ1 et passant par le point E*

***Question 1.4 : voir figure complétée ci-dessus***

***Question 1.5 :* Etablir la formule** qui donne l'angle [en radian] du positionnement du faisceau dévié par rapport au faisceau de référence après la réflexion sur le miroir X. Cet angle sera noté *****alpha = arctan (X/f ') avec unité : [m]*

***Question 1.6 :* Justifier** que l'angle de rotation **** du rotor du moteur galvanométrique qui assure le déplacement sur X doit être de la moitié de cet angle *****théta = 1/2 alpha car miroir associé au mouvement "répercute" deux fois l'angle théta du moteur galvanométrique associé au rotor*

***Question 1.7 :*****Rechercher** la dynamique d’entrée du circuit driver MicroMax 671. *voir DT4 : Position Input Range +/- 10V, maximum.*

***Question 1.8 :*****Déterminer** la surface d’échantillon que pourrait balayer ce système de miroirs.

**Valider** la conformité vis-à-vis de la taille de l’échantillon à balayer.

*Le système pourra balayer 4µm/V soit 40µm / 10V.*

*La tension varie de -10V à +10V, donc on balaiera de - 40µm à +40µm, soit un carré de 80µm de côté.*

40µm 40µm

***Question 1.9 :*****Déterminer** le quantum du CNA utilisé sur la carte microcontrôleur sachant que la tension de référence est fixée à 3V.

*2.9.a Equation du quantum* $q= \frac{Vref}{2^{n}-1}$

*2.9.b voir DT5 n = 12bits*$q= \frac{3}{2^{12}-1}=732.6 µV$

***Question 1.10 :*****En déduire** la résolution du système galvanométrique sur le déplacement du faisceau.

**Justifier** la conformité par rapport à la résolution attendue.

*4µm pour 1V soit pour 732.6µV* $∆d=732.6\*10^{-6}\* \frac{4\*10^{-6}}{1} =2.93nm$

***Question 2.11 :*** *2.11.a Position Input Range +/- 10V, maximum (Q2.7) sortie de la carte*

 *Sortie du CNA 0/3V entrée de la carte 2.11.b*

+10V

-10V

 0V 3V

VS

VDAC

*2.11.c Equation d’une droite :* $VS=a\*VDAC+b$***(0.5 point)***

 *2.11.d Pente :* $a= \frac{∆VS}{∆VDAC} = \frac{+10-(-10)}{3-0} =\frac{20}{3}=6.67$

 *Décalage à l’origine b = -10*

$VS=\frac{20}{3}\*VDAC-10$***(1 point)***

***Question 1.11 :*****Donner** la relation entre VA et VB en justifiant votre réponse.

**Expliquer** le rôle de ce montage.

*Contre-réaction donc montage linéaire donc V+ = V-* $\rightarrow $*VB = VA*

*Adaptation d’impédance.*

**Question 1.12***:* **Donner** la relation de VS en fonction de VDAC et VB.

**En déduire** VA pour obtenir VS correspondant à VDAC = 0 V

*Contre-réaction par RV2* $\rightarrow $ *Montage linéaire* $\rightarrow $ *V+ = V-*

 *V+ = VDAC V- =* $\frac{R1\*VS+α.RV2\*VB}{R1+ α.RV2}$$\rightarrow $$VS= VDAC\*\frac{R1+α.RV2 }{R1}- VB\* \frac{α.RV2 }{R1} $

D’après la fonction de transfert, pour VDAC = 0 v, VS = -10V, donc VB = VA = 10 R1/$ α.RV2$

**Question 1.13***:* **Calculer** la valeur RV2 à régler pour obtenir VS correspondant à VDAC = 3 V et VA = 1.76 V. *pour VS = 10V, VA = 1.76 V, VDAC = 0 alors* $α.RV2$ *= 57 kΩ arrondi*

***Question 1.14 :*****Proposer** un protocole de réglage de cette carte électronique.

 *1 - Régler RV1 pour obtenir en VA une tension de 1.76V.*

*2 - Vérifier que VB = VA = 1.76V (optionnel)*

*3 - Appliquer en VDAC une tension connue (0V par exemple) et régler RV2 pour obtenir une tension en VS telle que* $VS=\frac{20}{3}\*VDAC-10$*, VS = -10V dans notre cas.*

***Question 2.1 :* Calculer** la durée qui sépare deux impulsions laser. *f = 40 MHz donc* $T= \frac{1}{f}=25ns$

***Question 2.2 :*** **Calculer** le nombre d’impulsions laser nécessaires pour exposer chaque pixel pendant 100 µs. *100µs / pixel Nimpulsions =* $ \frac{100\*10^{-6}}{25\* 10^{-9}}=4000$

***Question 2.3 :*****Compléter** le registre ADCON0 permettant de paramétrer la conversion.

**Convertir** le contenu de ce registre en hexadécimal.

*voir DR1 et DT5 ADCON0*

*Choisir AN4 : CHS3-CHS0 = 0100*

*Valider le convertisseur ADON = 1*

*Conversion non lancée.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***7*** | ***6*** | ***5*** | ***4*** | ***3*** | ***2*** | ***1*** | ***0*** |
| ***\_*** | ***\_*** | ***CHS3*** | ***CHS2*** | ***CHS1*** | ***CHS0*** | ***GO/***$\overbar{DONE}$ | ***ADON*** |
| ***0*** | ***0*** | ***0*** | ***1*** | ***0*** | ***0*** | ***0*** | ***1*** |

*ADCON0 = $11*

***Question 2.4 :*****Relever** la plage d’adressage possible des bits PCFG3 à PCFG0 qui permet de connecter l’entrée analogique sur AN4. On utilisera la valeur haute de cette plage dans le document réponse DR2.

**Donner** les valeurs que doivent prendre bits VCFG1 et VCFG0.

**Compléter** alors la valeur du registre et la convertir en hexadécimal.

*voir DR1 et DT6 ADCON1*

*Mettre AN4 en analogique : PCFG3- PCFG0 = 1010*

*Tension de référence Vref+, Vref- : VCFGO (5) = 1 VCFGO (4) = 1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***7*** | ***6*** | ***5*** | ***4*** | ***3*** | ***2*** | ***1*** | ***0*** |
| ***\_*** | ***\_*** | ***VCFGO*** | ***VCFGO*** | ***PCFG3*** | ***PCFG2*** | ***PCFG1*** | ***PCFG0*** |
| ***0*** | ***0*** | ***1*** | ***1*** | ***1*** | ***0*** | ***1*** | ***0*** |

*ADCON1 = $3A*

***Question 2.5 :***

DEBUT

ADCON0 = **$11**

ADCON1 = **$3A**

GO/$\overbar{DONE }$= **1**

Tension = ADRESH

FIN

GO/$\overbar{DONE }$= 0

?

Lancement conversion. **(1 point)**

Attente fin de conversion. **(2 points)**

Lecture du résultat. **(1 point)**

***Question 2.6 :*****Calculer** le quantum de ce convertisseur pour Vref = 5 V

**Calculer** la tension mesurée pour un nombre converti à 614.

$q= \frac{Vref}{2^{n}}$$q= \frac{5}{2^{10}}= \frac{5}{1024}$ *= 4.89mV U = 614 \* q = 3V*

***Question 2.7 :* Calculer** le temps ∆t correspondant à la valeur numérique 614.

*∆t = 4\*10-9 \*3 = 12ns*

***Question 2.8 :* Conclure** sur la compatibilité du système pour mesurer cette grandeur ∆t et la valeur maximale mesurable par ce convertisseur CAN. *UMAX = 5V* $\rightarrow $ *∆tMAX = 20ns*

*Or on a un intervalle de temps entre deux impulsions laser de 25 ns* $\rightarrow $ *Validé.*

***Question 2.9 :* Choisir** (possibilités A, B C ou D sur DR1).

**Justifier** la position optimale à donner à ce shutter dans le chemin optique.

*position A (pas d'autre choix possible : réflexions secondaires). Coupure efficace du faisceau excitation. ... SURTOUT pas en B* ***!***

***Question 2.10 :* Déterminer** la vitesse linéaire "V" du point d’une lame située à 15 mm du centre de rotation.

*V = w1/2 x R ; AN : V = 84,5 x 15.10-3 =* ***1,27 m.s-1***

***Question 2.11 :* Calculer** la distance "d" en [mm] que doit parcourir ce point pour obtenir la fermeture du shutter, compte tenu de la remarque technique concernant le "recouvrement" entre lames.

*On relève / plan schutter Ø ouverture : 1" soit 25,4 mm.
d = 9/10 x (rayon) donc AN : d = 9/10 x (25,4.10-3 / 2) = 0,01143 m ou 1,143 cm*

***Question 2.12 :* En déduire** le temps d'obturation "t" à partir des calculs précédents.

*à cette distance de l'axe de rotation, on a : V = d/t soit t =d/V
AN : t = 0,01143/1,27 = 0,009 s soit 9 ms*

***Question 2.13****:* **Comparer** la valeur obtenue avec le temps d'obturation donné dans la documentation constructeur et conclure.

*Sur extrait doc constructeur : temps "t" obturation entre 9 et 10 ms donc OK*