

Détermination de la vitesse de la lumière

DETERMINATION DE LA VITESSE DE LA LUMIERE A PARTIR DE LA DUREE DE PARCOURS D'IMPULSIONS LUMINEUSES COURTES.

- Mesure oscilloscopique de la durée de parcours d'une courte impulsion de lumière pour une distance définie par comparaison avec un signal de référence.
- Détermination de la vitesse de la lumière dans l'air en tant que quotient entre la distance et la durée de parcours.

UE406010

09/08 JS

NOTIONS DE BASE GENERALES

La vitesse finie de propagation de la lumière peut être démontrée avec les techniques de mesure contemporaines par simple mesure de la durée de parcours. Pour cela, des impulsions lumineuses très courtes de quelques nanosecondes seulement seront étudiées et leur durée de parcours déterminée de manière oscilloscopique après un trajet aller et retour sur un parcours de mesure de plusieurs mètres.

Dans l'expérience, les courtes impulsions lumineuses d'une DEL à impulsions sont dirigées via un séparateur de faisceaux vers deux convertisseurs de photons dont l'amplificateur placé en aval délivre des impulsions de tension pour l'évaluation oscilloscopique. Le convertisseur de photons A reçoit les impulsions lumineuses qui sont renvoyées vers l'appareil de mesure par un réflecteur à triple prisme installé à une grande distance. Le convertisseur de photons B mesure l'impulsion de référence non temporisée émise de manière interne. Le déclenchement de l'oscilloscope est assuré par une impulsion de tension émise par la sortie C, puisque elle précède l'impulsion de référence de 60 ns.

La différence des durées de parcours t des deux faisceaux sera mesurée avec un oscilloscope à deux canaux. La vitesse de la lumière peut être calculée à partir de la différence calculée de durée de parcours t et de la distance s entre l'émetteur et le réflecteur à triple prisme.

$$(1) \quad c = \frac{2 \cdot s}{t}$$

Il est encore plus impressionnant de varier l'éloignement du réflecteur et d'observer la modification résultante de l'écart d'impulsions sur l'oscilloscope. Ceci est possible sans problème puisque la mise en place du réflecteur à triple prisme n'exige aucun réglage important mais peut être fait de manière approximative.

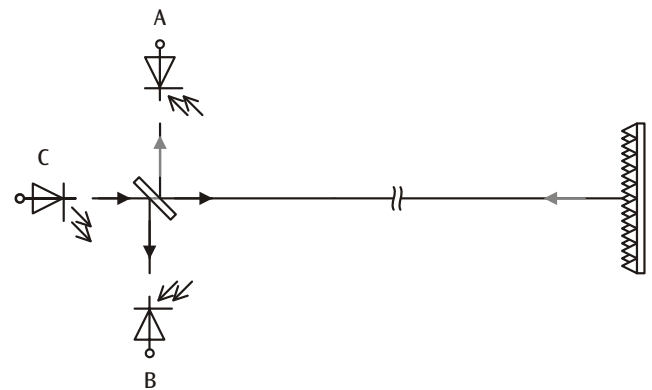


Fig. 1: Principe de mesure

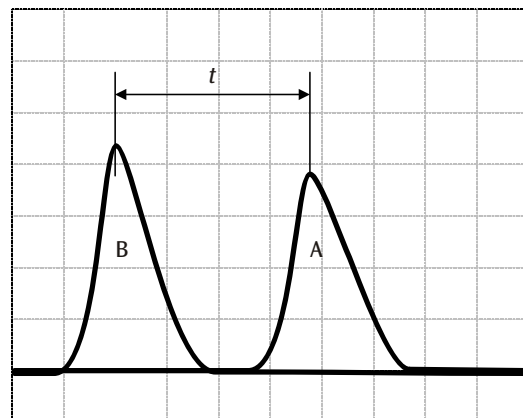


Fig. 2: Mesure de la durée de parcours avec l'oscilloscope

LISTE DES APPAREILS

1	Appareil de mesure de la vitesse de la lumière	U8476460
1	Oscilloscope analogique 2x150 MHz	U11177
1	Banc optique U, 600 mm	U17151
2	Cavalier optique U, 75 mm	U17160
1	Socle pour statif, trépied, 150 mm	U13271
1	Tige statif, 1500 mm	U15005
1	Noix universelle	U13255
1	Décamètre à ruban de poche, 2 m	U10073

MONTAGE

- Alignez le banc optique horizontalement sur une table.
- Montez l'émetteur de lumière et la lentille de Fresnel sur le banc optique en veillant à ce que la lentille de Fresnel se place autant que possible verticalement par rapport au parcours du faisceau.
- Raccordez les sorties « A » et « B » de l'émetteur de lumière aux entrées I et II ainsi que la sortie C à l'entrée de déclenchement de l'oscilloscope.
- Montez le réflecteur triple prisme sur la tige de statif et alignez sa hauteur sur le parcours du faisceau.

RÉALISATION

- Raccordez l'émetteur de lumière au réseau électrique afin de le mettre en marche.
- Mettez l'oscilloscope en marche et réglez la valeur de balayage/base de temps à 50 ns/Div.
- Placez le réflecteur triple prisme à une distance de l'émetteur de lumière d'au moins 10 m et alignez-le afin que la tache lumineuse rouge de l'émetteur se trouve au milieu du miroir.
- Déplacez la lentille de Fresnel sur le banc optique et alignez-la afin que la tache lumineuse soit bien distincte sur le réflecteur triple prisme et que le signal de l'oscilloscope du signal réfléchi atteigne une hauteur maximale.

- Optimisez l'alignement du réflecteur triple prisme et de la lentille de Fresnel, dans le but d'obtenir un signal d'oscilloscope aussi large que possible.
- Sélectionnez la représentation de l'oscilloscope afin que les deux signaux aient la même hauteur.
- Relevez la distance temporelle t des deux signaux.
- Mesurez la distance s entre l'émetteur de lumière et le réflecteur triple prisme.

EXEMPLE DE MESURE

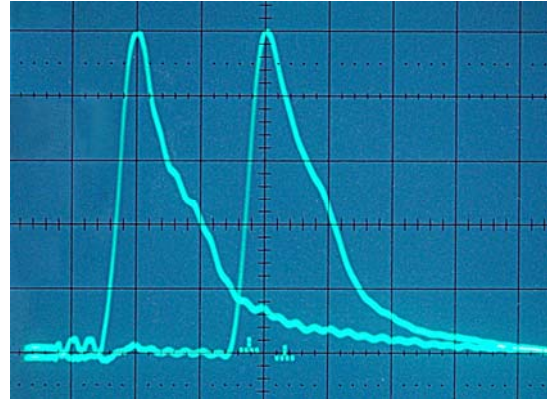


Fig. 3 : signal de mesure pour $s = (15,0 \pm 0,1)$ m
balayage/base de temps 50 ns/DIV.

Temps de propagation du signal lumineux : $t = (100 \pm 1)$ ns

EVALUATION

Selon (1), nous calculons à partir des valeurs mesurées :

$$c = \frac{2s}{t} = (3,00 \pm 0,04) \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Fig. 4: Dispositif de mesure