

Leybold

P 17-14

DOC
VIDOCOM

ENS LYON φE

VidéoCom Mouvements

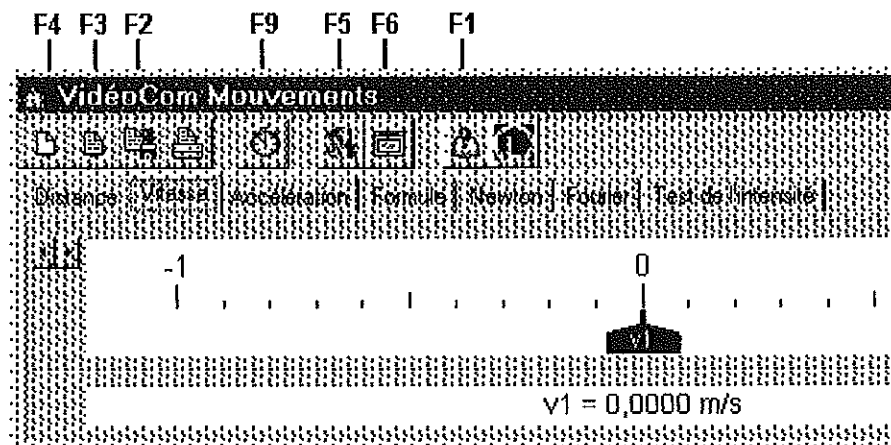
Introduction

Mesure

Exploitation

Remarques pour l'expérimentation

VidéoCom saisit les positions d'un ou plusieurs reflets d'une feuille de papier réfléchissante (catadioptré) à l'aide d'un dispositif à couplage de charge (CCD - Charge-Coupled Device). L'éclairage stroboscopique par LEDs positionnées au niveau de l'objectif de la caméra assure un contraste approprié. Les positions identifiées sont représentées sur l'instrument d'affichage par des aiguilles. L'instrument d'affichage se compose de deux parties (une partie analogique en haut, l'autre numérique en bas). Lorsqu'il y a plus d'une aiguille analogique, l'affichage numérique peut être commuté par simple clic sur l'aiguille souhaitée.



Pour une utilisation aisée du programme, la ligne supérieure comporte des boutons de commande rapide permettant l'exécution des fonctions de base du logiciel. Les boutons de commande rapide les plus importants peuvent également être activés avec les touches de fonction.

En-dessous, il est possible de commuter la représentation de l'instrument d'affichage, du tableau et du graphe en cliquant sur l'une des cases. Si la case **distance** est active, il sera alors représenté des distances. La même chose vaut pour **vitesse**, **accélération**, **formule**, **Newton**, **Fourier** et **test de l'intensité**. La distance, la vitesse, l'accélération et les grandeurs déterminées avec la formule peuvent être combinées à volonté et affichées aussi simultanément si l'on a recours à la vue d'ensemble (touche droite de la souris).

L'instrument d'affichage, le tableau et le graphe peuvent être agrandis ou réduits en décalant les lignes de séparation à l'aide de la souris.

L'instrument d'affichage et le graphe des vitesses et accélérations peuvent aussi être gradués manuellement par l'intermédiaire des commutateurs appropriés sur le bord gauche et le bord droit de l'instrument d'affichage (voir figure).

Les possibilités d'exploitation se sélectionnent avec la touche droite de la souris.



F4

Efface soit la mesure en cours d'exécution tout en conservant ses réglages, soit les réglages en vigueur, s'il n'y a pas de mesure.

Une deuxième activation efface une mesure et ses réglages.

Avant de lancer une nouvelle mesure, il faut commencer par effacer l'ancienne mesure s'il n'est souhaité aucune mise en parallèle des deux séries de mesures.



F3

Charge une série de mesures avec ses réglages et ses exploitations.

La série de mesures peut ici être chargée *en supplément* (sans qu'il ne soit pour autant chargé conjointement son calibrage et ses exploitations). Ceci est dans le but de comparer différentes mesures entre elles.



F2

Enregistre les séries de mesures en cours d'exécution avec leurs réglages et leurs exploitations.

Il est aussi possible d'enregistrer simplement les réglages (sans données de mesure) dont on pourra se servir ultérieurement pour recommencer une expérience. Il suffit alors de procéder à un nouveau calibrage de la distance (éventuellement avec linéarisation).



Imprime le graphe actuel.



F9

Lance et interrompt une nouvelle mesure.

On peut aussi utiliser les boutons-poussoirs MODE et START/STOP de VidéoCom ou stopper la mesure par la spécification d'un temps de mesure ou d'une section de mesure.



F5

Modifie les réglages en cours (par ex. intervalle de temps, temps de mesure, linéarisation, calibrage de la distance, formule, équation du mouvement de Newton, raccord série).



F6

Assure un grand affichage du contenu de la ligne d'état ou bien le masque à nouveau.



F1

Appelle cette aide.



Informe sur la version du logiciel.

VidéoCom Spectres lumineux

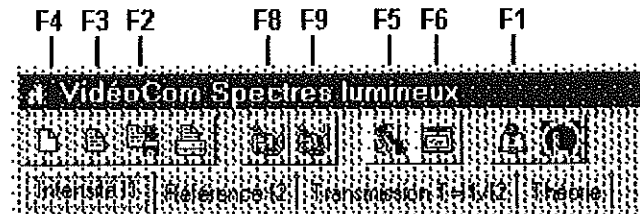
Introduction

Mesure

Exploitation

Remarques pour l'expérimentation

VidéoCom saisit les intensités réparties sur 2048 pixels d'une barrette CCD (Charge-Coupled Device). La répartition d'intensité à étudier est représentée sur la barrette CCD. Si besoin est, il est possible de mettre l'objectif en place. L'éclairage stroboscopique par LEDs n'est ici d'aucune utilité.



Pour une utilisation aisée du programme, la ligne supérieure comporte des boutons de commande rapide permettant l'exécution des fonctions de base du logiciel. Les boutons de commande rapide les plus importants peuvent également être activés avec les touches de fonction.

En-dessous, il est possible de sélectionner la représentation du tableau et du graphe en cliquant sur l'une des cases. Lorsque intensité I1 est active, les intensités mesurées par la barrette CCD sont alors représentées. Même chose pour référence I2 à la seule différence que les intensités sont relevées dans la colonne I2 du tableau. Avec transmission $T=I1/I2$, I1 est mesuré et directement divisé par la référence I2. Le rapport ainsi résultant $T=I1/I2$ est représenté. Théorie permet finalement une comparaison avec la théorie des courbes d'interférence obtenues en cas de diffraction par une fente, par un réseau et par un demi-plan (arête).

Le tableau et le graphe peuvent être agrandis ou réduits en décalant les lignes de séparation à l'aide de la souris.

Les possibilités d'exploitation se sélectionnent avec la touche droite de la souris.



F4

Efface soit la mesure en cours d'exécution tout en conservant son calibrage, soit le calibrage en vigueur s'il n'y a pas de mesure.

Une deuxième activation efface une mesure et son calibrage.



F3

Charge une série de mesures avec son calibrage et ses exploitations tout en effaçant une série de mesures qui existait déjà.



F2

Enregistre la série de mesures en cours d'exécution avec son calibrage et ses exploitations.



Imprime le graphe actuel.



F8, F9

Lance et interrompt une mesure avec les définitions 256 ou 2048 pixels.

En alternative, on peut aussi utiliser les boutons-poussoirs MODE et START/STOP de VidéoCom.



F5

Modifie le calibrage en vigueur (angle de diffraction, longueur d'onde) ainsi que comparaison avec la théorie, raccord série.



F6

Assure un grand affichage du contenu de la ligne d'état ou bien le masque à nouveau.



F1

Appelle cette aide.



Informe sur la version du logiciel.

Calibrage angulaire

Pour commencer, la mesure en cours d'exécution peut être corrigée (si besoin est) par soustraction d'un fond occasionné par une lumière externe. Cela peut aussi être réalisé automatiquement avec **fond sur minimum**.

Avant qu'une comparaison avec la théorie ou qu'un calibrage de la longueur d'onde soit possible, il faut qu'un angle de diffraction α soit assigné aux divers pixels de la barrette CCD. Il faut pour cela indiquer la distance focale f effective grâce à laquelle il est possible de calculer l'angle de diffraction sous la forme

$$\alpha = \arctan (x/f)$$

($x=(1024-p)*14 \mu\text{m}$ avec p = coordonnée des pixels sur la barrette CCD de 0 à 2047). Dans toutes les expériences pour lesquels la figure de diffraction est représentée sur la barrette CCD (par ex. fente simple, fentes multiples, réseau et spectroscopie sur réseau), f est la distance focale de la lentille utilisée (ou celle du système de lentilles). L'objectif de VidéoCom seul contribue pour $f = 50 \text{ mm}$.

Exemples

Si après une fente la figure de diffraction est directement représentée sur la barrette CCD (sans objectif) avec une lentille $f = 500 \text{ mm}$, la distance focale effective est bien sûr égale à 500 mm . Si on travaille sans lentille (par ex. pour la diffraction sur un demi-plan), il faut indiquer la distance entre l'objet diffracté et la barrette CCD pour la conversion en angle de diffraction.

Normalement, l'axe optique du montage expérimental n'atteint pas exactement le milieu de la barrette CCD ($\alpha=0^\circ$), ceci pouvant être pris en compte par un décalage du zéro $\alpha=0^\circ$. Le décalage du zéro vers le maximum de la répartition de l'intensité mesurée peut avoir lieu automatiquement par la commande **zéro correspond au maximum** (par ex. pour la diffraction sur une fente). Dans le cas d'un calibrage de la longueur d'onde ultérieur, ce décalage du zéro ne sera calculé et réalisé qu'à ce moment-là.

Calibrage de la distance

VidéoCom ne peut déterminer que la position d'un reflet sur la barrette CCD. Cette position est un nombre (ou coordonnée de pixels) compris entre 0 et environ 4000. Supposons une représentation linéaire sur la barrette CCD et deux points suffisent pour la conversion de ces positions en distances réelles.

Le plus simple est le calibrage lorsque deux positions sont mesurées simultanément dans l'affichage ou que s1 et s2 existent déjà dans le tableau. Les coordonnées de pixels mesurées peuvent alors être directement **relevées de l'affichage** ou **relevées du tableau**. Les positions s réelles correspondantes doivent ensuite être prélevées des données expérimentales puis entrées.

S'il n'est mesuré qu'une position à la fois, **relever les pixels de l'affichage** transmet pour la première fois la première coordonnée de pixels et pour la deuxième fois la deuxième coordonnée de pixels. Entre-temps, il ne faut pas quitter la fenêtre de calibrage.

Si un calibrage doit être annulé, cela peut se faire par désactivation de **utiliser calibrage**. Ensuite, ceux sont à nouveau des coordonnées de pixels qui sont affichées à la place de distances calibrées.

L'ordre des positions (et ainsi le signe de la vitesse) peut être inversé si nécessaire par **inverser les positions**.

Calibrage de la longueur d'onde

Pour la spectroscopie sur réseau, un calibrage en angle de diffraction seul ne suffit encore pas. Mais à partir de l'angle de diffraction α , il est possible de déterminer la longueur d'onde λ d'après

$$\lambda = \sin \alpha / nD$$

si l'ordre de diffraction n et la constante du réseau D (ici en lignes par mm) sont connus.

Important

Le calibrage de la longueur d'onde dépend sensiblement du signe de l'ordre de diffraction n . Avec un spectre à l'envers (donc rouge à droite et bleu à gauche), il faut changer le signe de l'ordre de diffraction n . On voit si un spectre est à l'envers par ex. après une mesure test avec un filtre rouge.

Finalement, le spectre doit encore être décalé. Suite à l'indication de ce décalage en nm, le logiciel calcule le décalage du zéro approprié du calibrage angulaire. Ce décalage du zéro suppose de petits angles α et il se peut pour cette raison qu'il soit nécessaire de l'effectuer une seconde fois.

En alternative, le calibrage de la longueur d'onde peut lui aussi avoir lieu par la mention de deux angles de diffraction et de leurs longueurs d'ondes correspondantes. **Suggérer le calibrage** calcule ensuite la constante du réseau D correspondante, le signe de l'ordre de diffraction n et le décalage approprié. Ce calibrage avec deux longueurs d'ondes connues est en principe plus exact que la méthode susmentionnée avec seulement une longueur d'onde (décalage).

Remarque

Les raies d'un spectre du mercure conviennent bien pour le calibrage. Avec un montage approprié, il peut être identifié entre autres quatre raies intenses (désignées par *). Parmi les raies ultraviolettes caractéristiques, il y a au mieux la raie avec $\lambda=366$ nm d'identifiable étant donné que le rayonnement ultraviolet est en grande partie absorbé par les lentilles et la fenêtre en verre de la barrette CCD.

rouge	690 nm
jaune	578 nm*
vert	546 nm*
bleu-vert	492 nm
bleu	436 nm*
violet	406 nm*
ultraviolet	366 nm

Calibrage/comparaison avec la théorie

Tous les réglages importants peuvent être réalisés par l'intermédiaire de cette zone de dialogue. Ils sont répartis en 4 groupes:

Calibrage angulaire (calibrage des pixels mesurés en angle de diffraction α)

Longueurs d'onde (calibrage de l'angle de diffraction α en longueurs d'onde λ)

Comparaison avec la théorie (comparaison de la mesure en cours d'exécution avec la théorie)

Généralités (choix du raccord série et enregistrement des spécifications du programme)

Abréviation

Clavier: F5

Choc élastique

VidéoCom est ajusté et calibré en fonction du mouvement sur un rail. Comme le processus de mouvement intéressant se déroule très rapidement (contraction et extension des ressorts pendant le choc), VidéoCom doit mesurer pour son observation avec l'intervalle de temps $\Delta t = 12,5$ ms. Du reste, il est recommandé de prolonger la durée du choc en utilisant des chariots plus lourds.

Outre les graphes $s(t)$, $v(t)$ et $a(t)$ qui sont particulièrement intéressants durant le choc, il est bien sûr aussi possible de se servir de formules pour la mesure et l'exploitation:

$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$; montre l'impulsion p en fonction du temps (entrer m_1 et m_2 sous forme de valeur numérique)

$m_1 \cdot a_1$; montre la force F_1 qui agit sur le premier chariot (entrer m_1 sous forme de valeur numérique)

$m_2 \cdot a_2$; montre la force F_2 qui agit sur le deuxième chariot (entrer m_2 sous forme de valeur numérique)

Dans le premier cas, la conservation de l'impulsion s'obtient à partir de la constance de la grandeur calculée (même durant le choc). L'utilisation des deux dernières formules permet la vérification impressionnante de la 3ème loi de Newton (action=réaction), suivie à son tour du théorème de la conservation de mouvement (le choc de force=transfert d'impulsions est obtenu par intégration). VidéoCom peut donc aussi être employé comme dynamomètre bicanal sans contact lorsque $F_1 = m_1 \cdot a_1$ et $F_2 = m_2 \cdot a_2$ sont déjà affichées juste au moment de la mesure.

Chute libre

VidéoCom doit être installé à la verticale pour l'enregistrement de la chute libre (bulle de niveau vers le haut). Accrocher le corps pour l'étude de la chute libre avec VidéoCom (337 472) à un aimant de maintien (336 21) à une distance appropriée. La tension de l'aimant de maintien réglable sur VidéoCom devra être choisie aussi faible que possible afin de réussir à ce que le lancement du mouvement et celui de la mesure aient si possible lieu simultanément. Les deux reflets du corps en chute doivent être affichés de façon fiable à l'extrémité supérieure de l'affichage LCD de VidéoCom. Pour la saisie de la chute, il convient de procéder à la mesure avec l'intervalle de temps $\Delta t = 12,5$ ms.

L'écartement $d = 0,2$ m des deux reflets identifiés est facile à utiliser pour le calibrage de la distance. Il faut savoir que le premier reflet (celui du bas) correspond à la position $s_1 = 0,2$ m et le second (celui du haut) à la position $s_2 = 0$ m. A cause du reflet double, on a aussi deux graphes $s(t)$, $v(t)$ et $a(t)$ après la mesure. Comme il n'y a que s_2 qui passe par l'origine des coordonnées, il est maintenant possible d'effacer s_1 (à l'aide de la touche droite de la souris, en cliquant sur la colonne correspondante du tableau).

Dans le cas de la chute libre, des mesures de précision exigent encore la linéarisation de l'image. Là aussi, la mesure s'utilise avec les deux reflets étant donné que la linéarisation peut être déterminée à partir de la non-constance de la distance mesurée $s_1 - s_2$. Il faut tenir compte du fait qu'après la linéarisation, il faut à nouveau calibrer. Cela a lieu après la mesure, tout simplement par la activation de relever les pixels du tableau.

Une linéarisation après la mesure n'est pas indispensable si VidéoCom est parfaitement à la verticale et si une erreur de distorsion de l'objectif préalablement déterminée a déjà été entrée avant la mesure.

L'enregistrement des valeurs mesurées avec VidéoCom pour les essais en chute libre peut être tellement exact que l'on perçoit même de faibles influences du frottement de l'air. C'est ainsi qu'en réalisant une autre expérience, il est facile de constater l'écart par rapport à la première expérience suite à une comparaison directe des graphes. On voit que l'accélération du corps en chute libre n'est plus constante dès que son frottement avec l'air a augmenté (par ex. par deux petites ailes).

Comparaison avec la théorie

Une comparaison avec la théorie n'est possible que si la mesure a été calibrée auparavant dans angle de diffraction. Il y a trois possibilités fondamentales de prévues:

Fente

Réseau

Demi-plan

Les indications nécessaires à chaque fois pour le calcul de la théorie peuvent être entrées manuellement. Il n'y a que l'amplitude maximale nécessaire pour la fente et le réseau qui peut être déterminée de la mesure en cours d'exécution par **maximum automatiquement** puis notée automatiquement.

Remarque

Une bonne coïncidence avec la théorie n'est possible que si la lumière monochromatique (par ex. lumière laser élargie) incide parallèlement sur l'objet diffracté. Avec la fente et avec le réseau, la figure de diffraction doit être représentée sur la barrette CCD (par ex. avec une lentille $f = 500$ mm).

Avec le demi-plan, la zone d'ombre de la répartition théorique est pour des angles α négatifs et la zone de luminosité pour des angles α positifs. Si c'est l'inverse avec la courbe de mesure, l'assignation des angles peut être inversée par l'indication d'une distance focale effective négative (distance entre le demi-plan et la barrette CCD).

Formules

Fente:

$$I \sim \sin^2\left(\pi \frac{b}{\lambda} \alpha\right)$$

λ : longueur d'onde, b : largeur de la fente, α : angle de diffraction

Réseau:

$$I \sim \sin^2\left(\pi \frac{b}{\lambda} \alpha\right) \frac{\sin^2\left(N\pi \frac{d}{\lambda} \alpha\right)}{N^2 \sin^2\left(\pi \frac{d}{\lambda} \alpha\right)}$$

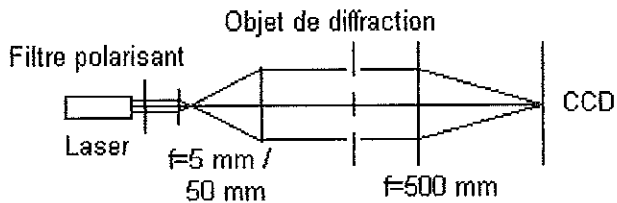
λ : longueur d'onde, b : largeur de la fente, N : nombre de fentes, d : écartement des fentes, α : angle de diffraction

Demi-plan:

$$I \sim \left| \int_0^{\infty} e^{i \frac{\pi}{\lambda f} (x-x')^2} dx' \right|^2$$

λ : longueur d'onde, f : distance entre barrette CCD et demi-plan, x : position sur la barrette CCD

Diffraction par une fente, par des fentes multiples et par un réseau



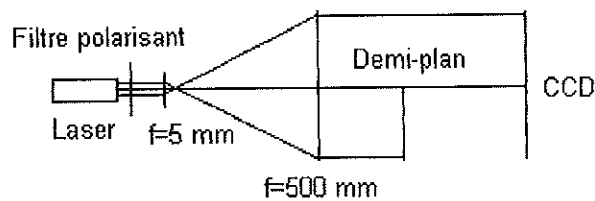
Un faisceau élargi parallèle de lumière laser à polarisation rectiligne (par ex. issu de 471 840) incide sur l'objet de diffraction (fente, fentes multiples ou réseau). Derrière l'objet de diffraction, une lentille (par ex. $f = 500$ mm) assure une projection nette de la figure de diffraction sur la barrette CCD. L'objectif de VidéoCom doit être enlevé pour cette expérience. Le filtre polarisant dans la marche des rayons sert au réglage de l'intensité.

Pour le calibrage angulaire, indiquer la distance focale de la lentille utilisée pour la projection. Le décalage du zéro angulaire éventuellement nécessaire peut avoir lieu automatiquement vers le maximum visible de la figure de diffraction. Après indication de la longueur d'onde de la lumière laser utilisée, de la largeur de la fente, de l'intensité maximale et si besoin est, du nombre de fentes et de l'écartement des fentes, la répartition d'intensité mesurée peut être comparée à la répartition théoriquement attendue

Interférences

La lumière laser cohérente traverse plusieurs lentilles ainsi qu'un verre protecteur de la barrette CCD avant d'atteindre la couche photosensible de la barrette CCD. Il peut y avoir des interférences à chacun de ces éléments en verre et il ne faut donc pas s'attendre à ce que la répartition d'intensité de la lumière laser non diffractée ait une allure lisse. Il se peut même que dans la lumière laser diffractée, il y ait encore des structures de ces interférences de visibles (dents jusqu'à environ 5 % de l'intensité mesurée).

Diffraction par un demi-plan (arête)



Un faisceau élargi parallèle de lumière laser à polarisation rectiligne (par ex. issu de 471 840) incide sur l'objet de diffraction (demi-plan, par ex. carte de visite, lame de rasoir). La lumière incide directement sur la barrette CCD (sans lentille, ni objectif). Le filtre polarisant dans la marche des rayons est utilisé pour le réglage de l'intensité.

La mesure proprement dite de la diffraction par un demi-plan a lieu en deux étapes. Dans un premier temps, mesurer la répartition de référence sans demi-plan. Ensuite, il est possible de déterminer la transmission du demi-plan en comparaison avec la référence sans demi-plan. Pour le calibrage angulaire, indiquer la distance entre le demi-plan et la barrette CCD. Le décalage du zéro angulaire éventuellement nécessaire doit être effectué manuellement. L'angle $\alpha=0^\circ$ correspond à une transmission de 25 %. Une fois la longueur d'onde de la lumière laser utilisée indiquée, la courbe de transmission mesurée peut être comparée à la répartition théoriquement attendue.

La zone d'ombre de la répartition théorique est pour des angles α négatifs et la zone de luminosité pour des angles α positifs. Si c'est l'inverse avec la courbe de mesure, l'assignation des angles peut être inversée par l'indication d'une distance focale effective négative (distance entre le demi-plan et la barrette CCD).

Important

Pour le calcul de la transmission, il y a des intensités de référence non considérées qui sont de moins de 15 %. S'il venait donc à manquer un domaine important dans la courbe de transmission calculée, il faut qu'il soit assuré une intensité de référence plus importante dans ce domaine.

Interférences

La lumière laser cohérente traverse plusieurs lentilles ainsi qu'un verre protecteur de la barrette CCD avant d'atteindre la couche photosensible de la barrette CCD. Il peut y avoir des interférences à chacun de ces éléments en verre et il ne faut donc pas s'attendre à ce que la répartition d'intensité de la lumière laser non diffractée ait une allure lisse. Mais comme la répartition diffractée est à chaque fois divisée par la répartition non diffractée, ces interférences ne jouent plus aucun rôle décisif dans la courbe de transmission.

données comme suggestion de texte pouvant être prise en compte, éditée ou rejetée.

Alt+V: Ligne verticale

Cette fonction sert à tracer des lignes verticales que l'on peut positionner à volonté de part et d'autre du graphe. La position est notée dans la ligne d'état. Un affichage des coordonnées éventuellement placé là est alors supprimé.

Alt+H: Ligne horizontale

Cette fonction sert à tracer des lignes horizontales que l'on peut positionner à volonté de part et d'autre du graphe. La position est notée dans la ligne d'état. Un affichage des coordonnées éventuellement placé là est alors supprimé.

Alt+D: Mesurer la différence

Après avoir cliqué sur un point de référence, il est possible de tracer des lignes quelconques sur le graphe. La différence de coordonnées entre le point de lancement et le point final de la ligne respective est notée dans la ligne d'état. Un affichage des coordonnées éventuellement placé là est alors supprimé.

Valeur moyenne (seulement pour VidéoCom Mouvements)

Une fois le calcul de la moyenne sélectionné, il faut encore choisir avec la touche gauche de la souris la portion de courbe pour laquelle la valeur moyenne doit être calculée. La valeur moyenne est notée avec son erreur statistique dans la ligne d'état. Un affichage des coordonnées éventuellement placé là est alors supprimé.

La valeur moyenne actuelle peut aussi être inscrite sur le graphe sous forme de texte.

Un double clic sur une ligne de valeur moyenne suffit à effacer celle-ci du graphe.

Fonction de modélisation (seulement pour VidéoCom Mouvements)

Il y a cinq types de modélisation différents possibles:

Droite de régression	$y = Ax + B$	
Droite d'origine	$y = Ax$	
Parabole	$y = Ax^2 + Bx + C$	
Hyperbole	$y = A/x + B$	
Enveloppe d'une oscillation	$y = \pm A \cdot \exp(-x/B) + C$	(atténuation en cas de frottement de l'air)

Une fois la modélisation choisie, il faut encore choisir avec la touche gauche de la souris la portion de courbe où doit être effectuée la modélisation.

Les paramètres en vigueur de la modélisation (A, B et C) sont notés pour la modélisation dans la ligne d'état. Un affichage des coordonnées éventuellement placé là est alors supprimé. Ces valeurs peuvent ensuite être inscrites sur le graphe sous forme de texte.

Un double clic sur une modélisation suffit à effacer celle-ci du graphe.

Calcul intégral (seulement pour VidéoCom Mouvements)

La valeur de l'intégrale s'obtient à partir de l'aire comprise entre la portion de courbe sélectionnée avec la touche gauche de la souris et l'axe des x. La valeur de l'intégrale est notée dans la ligne d'état. Un affichage des coordonnées éventuellement placé là est alors supprimé.

La valeur actuelle de l'intégrale calculée peut aussi être inscrite sur le graphe sous forme de texte.

Calcul FFT (fenêtre Fourier) (seulement pour VidéoCom Mouvements)

Il est possible d'intégrer et d'effectuer une transformée de Fourier pour une portion de courbe sélectionnée. Le résultat est alors affiché dans un graphe A(f). Le maximum de l'amplitude est ici normalisé à 100 %.

Effacer la dernière exploitation

Annulation de la dernière exploitation. Il s'agit là d'une opération réalisable pour les exploitations suivantes:

Placer une marque

Valeur moyenne (seulement pour VidéoCom Mouvements)

Fonction de modélisation (seulement pour VidéoCom Mouvements)

Calcul intégral (seulement pour VidéoCom Mouvements)

Abréviation

Clavier: Alt + Retour arrière

Pendules couplés

La mesure peut être lancée après le calibrage en assignant les deux positions réelles des pendules aux positions des pixels qui sont affichées. Il est conseillé de prendre $\Delta t=100$ ms comme intervalle de temps. Ce taux de balayage de $f=10$ Hz donne plus tard la valeur finale $f/2=5$ Hz lors de l'analyse de Fourier.

Outre les graphes $s(t)$, $v(t)$ et $a(t)$ particulièrement intéressants pendant le changement brusque de phase, il est aussi possible de se servir de formules pour l'exploitation:

s_1+s_2 ; montre l'une des oscillations fondamentales
 s_1-s_2 ; montre l'autre oscillation fondamentale

Des conditions initiales bien définies étant supposées, les oscillations couplées se découpent par ces deux formules. Les deux oscillations découplées ont une autre fréquence d'oscillation (fréquence fondamentale). Il est aussi possible de déterminer leurs enveloppes.

Les fréquences fondamentales se déterminent aussi directement par une analyse de Fourier.

Comme VidéoCom peut aussi suivre plus de deux pendules, il est alors bien sûr possible d'exploiter l'expérience avec plusieurs oscillations et fréquences fondamentales.

Presse-papier

Copier tableau, copier graphe et copier fenêtre permettent de copier le tableau en format ASCII, le graphe ou la fenêtre principale sous forme de bitmap dans le presse-papier de Windows. Ces données sont alors à disposition pour le traitement ultérieur d'autres programmes Windows.

Réglages/Calibrage de la distance

C'est par l'intermédiaire de cette zone de dialogue qu'il est possible de procéder à tous les réglages importants, subdivisés en 6 groupes:

Spécifications pour la mesure (réglages de VidéoCom et prédétermination de l'arrêt de la mesure)

Linéarisation (correction des aberrations)

Calibrage de la distance (calibrage de l'information relative aux pixels sur des distances s en m)

Formules (calcul de grandeurs à partir des grandeurs mesurées s , v , a et t)

Newton (réglages pour la vérification de l'équation du mouvement)

Généralités (sélection du raccord série et enregistrement des spécifications du programme)

Abréviation

Clavier: F5

Réglages formules

Il est ici possible de définir un nombre de formules au choix en fonction de t , s , v et a pour le calcul de grandeurs diverses et de les représenter ensuite sur un graphe en fonction du temps t . Il faut pour cela donner un nom à la formule, nom qui susceptible d'être retrouvé ultérieurement dans la sélection de la représentation. Le symbole et l'unité désignent plus tard la colonne appropriée du tableau et l'axe des y du graphe. Le minimum et le maximum indiqués servent à la graduation de l'instrument d'affichage du graphe.

Des exemples typiques de formules valables sont les suivantes:

$s_1 + s_2$; oscillation découplée de deux pendules couplés
$0,5 \cdot 0,1 \cdot v^2$; énergie cinétique en Nm pour une masse de 0,1 kg
$0,2 \cdot a$; force en N pour une masse de 0,2 kg

Infos

Les formules peuvent s'accompagner d'un commentaire si celui-ci est placé après un point-virgule.

La représentation des formules peut aussi être effectuée en plus d'un graphe $s(t)$, $v(t)$ ou $a(t)$ existant en cas d'utilisation de la vue d'ensemble. Dans la vue d'ensemble, les graduations des axes des y sont indépendantes les unes des autres et ne sont donc pas, en principe, directement comparables d'un point de vue quantitatif.

Pour la comparaison quantitative directe d'une formule avec une grandeur mesurée (par ex. pour une comparaison avec la théorie), il faut par conséquent aussi entrer la grandeur mesurée elle-même sous forme de seconde formule (par ex. s_1) en plus de la formule théorique (par ex. $0,5 \cdot 9,81 \cdot t^2$).

Réglages généraux

Il est ici possible de changer la langue et le raccord série utilisé pour la connexion de VidéoCom à l'ordinateur. Le changement a lieu immédiatement - la fenêtre de dialogue ne doit donc pas être quittée avec OK. Le succès du changement peut ainsi être contrôlé sur le champ.

Si ce changement doit être maintenu pour le prochain lancement du logiciel, il faut encore sélectionner **Enregistrer nouvelles spécifications**. Il s'effectue simultanément un enregistrement des réglages actuellement en vigueur pour la représentation graphique:

Afficher les coordonnées

Choisir largeur des lignes

Afficher les valeurs

Afficher les lignes de jonction

Afficher l'échelle

Afficher le tracé en couleur

Afficher le quadrillage

L'identification indiquée désigne l'appareil et renseigne sur la version de la caméra VidéoCom. Il est signalé si la version du logiciel implémenté dans la caméra est plus récente ou plus ancienne que le présent logiciel. A l'aide de la fonction **Actualiser VidéoCom**, le présent logiciel écrase le logiciel implémenté dans la caméra (qu'elle soit plus récente ou plus ancienne).

Info

Si le présent logiciel est plus ancien que VidéoCom ou si le logiciel requiert une mise à jour, il est alors possible de se procurer la version actuellement valable dans le serveur Internet <http://www.leybold-didactic.de>.

Réglages Newton

Comme VidéoCom ne peut pas mesurer les grandeurs force F et masse m requises pour la vérification de l'équation du mouvement de Newton $F=ma$, une des deux grandeurs doit être modifiée alors que l'autre grandeur est maintenue constante et que VidéoCom détermine à chaque fois l'accélération a .

Suivant le réglage du paramètre variable F ou m apparaît à côté de a dans le tableau de valeurs mesurées Newton encore vide au début et il est affiché un graphe $F(a)$, $m(a)$ ou $m(1/a)$ vide. En cliquant avec la touche gauche de la souris, le tableau peut être respectivement agrandi d'une case. La zone d'entrée active est alors toujours entourée d'une ligne en pointillés. Les accélérations peuvent être prélevées des graphes $v(t)$ ou $a(t)$ de la mesure par la modélisation d'une portion de la courbe en une droite ou par l'établissement de la moyenne.

Exploitation

La pente de la droite de régression d'un graphe $F(a)$ donne la masse m accélérée constante. L'important est ici le fait que pendant la mesure, la masse m accélérée était vraiment constante, donc surtout que les diverses forces accélérées n'aient pas été atteintes par des masses marquées supplémentaires mais seulement par des masses marquées modifiées.

La pente de la droite de régression du graphe $m(1/a)$ ou le coefficient de la modélisation d'une portion de la courbe d'un graphe $m(a)$ en une parabole donne la force F accélératrice constante.

Info

Il n'est pas nécessaire de prendre note de la valeur numérique de l'accélération lorsqu'on active la zone d'entrée de l'accélération juste après l'exploitation (valeur moyenne dans le graphe $a(t)$ ou modélisation d'une portion de la courbe en une droite dans le graphe $v(t)$) et qu'on appelle le curseur d'entrée par un second clic avec la souris. La dernière valeur numérique peut alors être acceptée par $\text{Ctrl} + \text{V}$.

Réglage des spécifications pour la mesure

L'intervalle de temps Δt entre deux mesures peut se modifier par pas variant entre 12,5 ms (80 images/s) et 200 ms (5 images/s). Le temps d'illumination de la caméra reste ici constant pour 1,25 ms. La sélection de l'éclairage permet de définir pendant combien de temps les diodes lumineuses doivent émettre des éclairs. L'éclairage automatique suggéré fait en sorte que la barrette CCD ne soit pas surrégulée et, en principe, il vaut mieux ne pas le modifier.

Le lissage se réfère à la méthode utilisée pour le calcul des vitesses et des accélérations. Il est d'usage d'avoir recours à une formule symétrique dérivée du type

$$v(i) = (s(i+2) - s(i-2)) / 4\Delta t.$$

Une modification du lissage influe aussi sur les valeurs mesurées déjà enregistrées.

La mesure peut être interrompue non seulement par le bouton-poussoir START/STOP mais aussi automatiquement au bout d'un temps spécifié ou d'une distance spécifié.

Remarque

Pour une distance saisissable de 1 m, VidéoCom a pour la mesure de la distance une précision $\Delta s = 0,25$ mm. Cette précision des mesures Δs , certes bonne mais finie, fait que v et a ont aussi une définition finie qui, elle, dépend en plus aussi de l'intervalle de temps Δt et du lissage choisi. Pour le lissage standard indiqué, on a pour $\Delta t = 12,5$ ms un $\Delta v = 0,005$ m/s et $\Delta a = 0,1$ m/s². Notamment pour a , cela peut se traduire sur la courbe de mesure par la présence de dents de scie. Une meilleure précision s'obtient par un lissage plus important ou par un intervalle de temps plus grand. Dans les deux cas, le temps moyen pour le calcul des vitesses et des accélérations est augmenté.

Remarques pour l'expérimentation

Mouvements sur un rail

Choc élastique

Chute libre

Pendules couplés

En principe, VidéoCom convient pour tous les mouvements linéaires unidimensionnels pour lesquels le corps en mouvement peut être pourvu d'une bande de papier réfléchissante (par ex. rail, choc, chute libre, pendule droit). Dans ce cas-là, l'éclairage stroboscopique par LEDS positionnées au niveau de l'objectif de la caméra assure un contraste suffisant pour le relevé des valeurs mesurées.

Le réglage de l'objectif de la caméra n'a normalement pas besoin d'être modifié (ouverture du diaphragme minimale et éloignement sur infini).

VidéoCom doit être orienté de façon à ce que la totalité du mouvement du ou des corps soit saisie par la barrette CCD. Pour faciliter cet ajustage de la caméra, il suffit qu'il soit positionné un chariot pourvu de papier réflecteur à chacune des deux extrémités du mouvement et que l'orientation et l'éloignement de VidéoCom soient modifiés jusqu'à ce que les deux reflets soient identifiés de façon certaine. Dans le cas de la chute libre, la bulle de niveau placée sur le côté est d'une grande aide.

L'intervalle de temps Δt de la mesure est en règle générale de 100 ms. Pour la chute libre, il est recommandé de le réduire à 12,5 ms.

Pour convertir les informations en pixels en la position du corps soumis à l'étude, il est nécessaire de procéder à un calibrage de la distance (de préférence avant la mesure, même si c'est aussi possible après).

Une linéarisation supplémentaire n'est que rarement nécessaire.

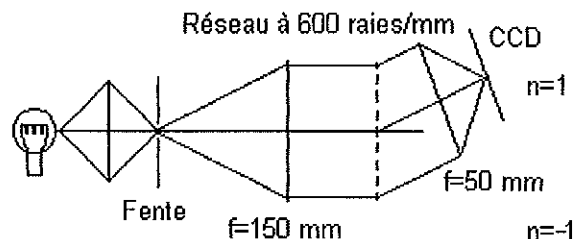
Remarque

En cas de problèmes lors de la saisie de la position, il faut avoir recours au test de l'intensité.

La mécanique avec VidéoCom dans les feuilles d'expérience Physique

- P1.3.3.7 Relevé des diagrammes distance-temps de mouvements rectilignes (en projet)
- P1.3.3.8 Mouvement uniformément accéléré avec changement de direction (en projet)
- P1.3.3.9 Energie cinétique d'une masse uniformément accélérée (en projet)
- P1.3.4.4 Les lois du choc (en projet)
- P1.3.5.4 Chute libre (en projet)
- P1.5.4.2 Pendules couplés (en projet)

Spectroscopie sur réseau (courbes de transmission par filtres)



La lumière d'une ampoule incandescente est projetée sur une fente. Il y a une lentille placée derrière la fente à une distance telle que des rayons lumineux parallèles incident sur un réseau (par ex. 600 raies/mm). VidéoCom est installé avec l'objectif derrière le réseau, le plus près possible de celui-ci de façon à ce que le premier ordre de diffraction soit visible. Pour le réglage de l'intensité, il est possible de modifier l'ouverture de la fente ou le diaphragme de l'objectif.

La distance focale de l'objectif (50 mm) est indiquée pour le calibrage angulaire. Le calibrage de la longueur d'onde s'obtient à l'appui de la constante du réseau (600 raies/mm) et d'un décalage de la longueur d'onde. Le décalage nécessaire du spectre est facile à déterminer empiriquement avec un filtre connu. Si le spectre apparaît à l'envers (donc rouge à gauche et bleu à droite), il faut changer le signe de l'ordre de diffraction n . Dans le schéma ci-dessus, le signe de l'ordre de diffraction n est indiqué.

Remarques

En alternative, il est aussi possible de procéder au calibrage à l'appui de deux angles et de leurs longueurs d'onde (par ex. avec deux raies connues d'une lampe haute pression à mercure).

Pour une meilleure utilisation de la longueur de la barrette CCD, il peut encore être installé une longue-vue (par ex. avec $f = 300$ mm et $f = 150$ mm) entre le réseau et VidéoCom. Dans le cas indiqué, on a la distance focale effective $f = -100$ mm (négative à cause de l'inversion). La qualité du spectromètre à réseau est néanmoins légèrement affectée étant donné que les deux lentilles ont une distance focale subordonnée à la longueur d'onde et que par conséquent, la distance focale effective n'est pas constante.

Interférences

Avec un dispositif parfaitement bien ajusté, une lumière cohérente d'une longueur d'onde légèrement différente incide sur chacun des pixels de la barrette CCD. La barrette CCD est revêtue d'une pellicule sur laquelle la lumière interfère par double réflexion (interférence sur des couches). Cela se traduit par la structure ondulée de la sensibilité spectrale de la barrette CCD.

Transmission par filtre

Lors de la mesure de courbes de transmission par filtres, ces interférences ne jouent néanmoins plus aucun rôle décisif vu qu'une répartition filtrée est à chaque fois divisée par la répartition non filtrée. Pour cela, il faut que la répartition non filtrée soit tout d'abord enregistrée comme référence. Ensuite, la représentation de la transmission montre le rapport de la répartition d'intensité en cours de mesure (par ex. avec un filtre entre la lampe et la fente) sur la répartition de référence. Le résultat peut encore être donné en couleur par l'exploitation afficher le tracé en couleur pour les longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 800 nm.

Important

Lors du calcul de la transmission, des intensités de référence de moins de 15 % ne sont pas prises en compte. S'il venait alors à manquer un domaine important dans la courbe de transmission calculée (par ex. bleu), il faut alors veiller à ce qu'il y ait une intensité de référence plus élevée dans ce domaine. On obtient par ex. une plus grande portion bleue (comparée à la portion rouge) si on augmente la tension de la lampe.

Suivant la stabilité de la tension secteur locale, il peut survenir des variations d'intensité visibles de la référence en cas d'alimentation en tension non régulée de l'ampoule incandescente (par ex. par un transformateur). Pour y remédier, il suffit d'avoir recours à une alimentation régulée (par ex. 521 55).