Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2022 Métropole Septembre **Sciences physiques pour Sciences de l'Ingénieur.e**

Exercice A – Mesure de la taille des mailles d'un masque respiratoire (10 points)

Durée : 30 min **Correction ©** **https://labolycee.org**

Mots clés : Diffraction ; interférences ; ondes lumineuses

Article sur ce sujet (pour les abonnés …)
https://www.pourlascience.fr/sr/idees-physique/comment-fonctionnent-les-masques-de-protection-respiratoire-19054.php

La conception des masques respiratoires dépend de leur finalité, médicale, industrielle ou autre. Une des caractéristiques importantes est la dimension des particules qu'ils peuvent filtrer. Les virus peuvent être transportés par les microgouttelettes expulsées lors de la respiration ou de l'éternuement. Une toux génère des microgouttelettes de diamètre de plusieurs dizaines de micromètres à une centaine de micromètres.

D'après https://www.esanum.fr

La filtration obtenue grâce aux masques repose-t-elle uniquement sur un effet de « passoire » ?

Donnée :

Expression de l'interfrange i d'une figure d'interférences pour une lumière monochromatique de longueur d'onde λ traversant un système de fils parallèles séparés d'une distance b, l'écran étant éloigné d'une distance D du système de fils :

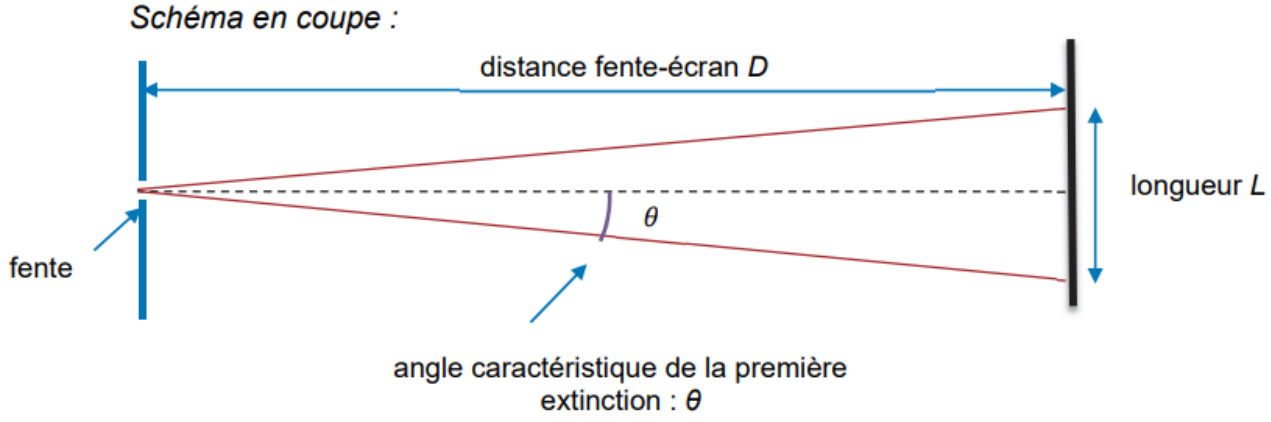
$$i = \frac{\lambda . D}{b}$$

Lors de l'expérience n°1, une fente de largeur a = 0,15 mm est éclairée par un rayonnement issu d'un laser. L'expérimentateur mesure la longueur L de part et d'autre de la tâche centrale obtenue sur un écran pour une distance fente-écran, notée D, variable. Il déduit de ces mesures la valeur de la longueur d'onde λ de la lumière émise par le laser.

Schéma de l'expérience n°1 :



Schéma en coupe :



Valeurs expérimentales :

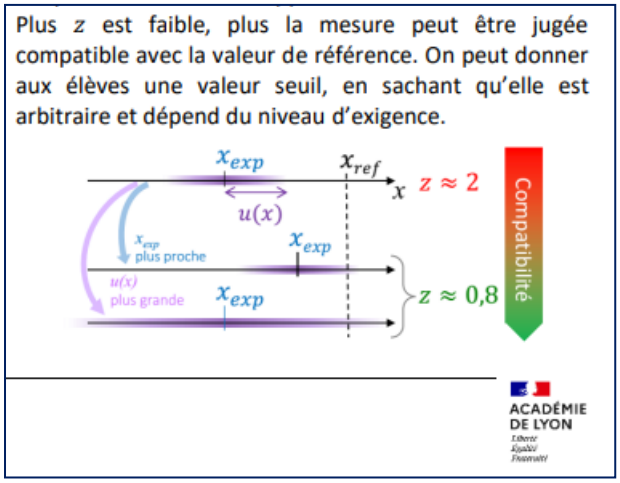
Distance fente-écran mesurée *D* (en m)	1,000	1,500	1,800	2,300	2,800
Longueur tache centrale mesurée *L* (en cm)	0,82	1,37	1,49	2,09	2,48
Longueur d'onde calculée λ_{exp} (en nm)	615	685	621	682	664

Q1. Nommer le phénomène ondulatoire exploité par cette expérience.
(1pt) Lorsque la lumière passe à travers la fente alors il se produit le phénomène de diffraction.

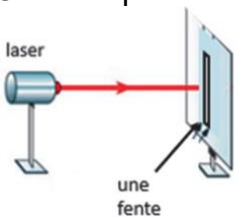
Q2. Déterminer la valeur de la moyenne de la longueur d'onde $\overline{\lambda}$. On admet que l'incertitude-type, u(λ), associée à la détermination de la longueur d'onde par cette expérience vaut 13 nm.
(1pt) $\overline{\lambda} = \frac{615+685+621+682+664}{5}$ = 653 nm

Q3. Comparer le résultat obtenu avec la valeur de référence donnée par le fabricant du laser qui indique une longueur d'onde de valeur λ = 650 nm.
(1 pt) On peut calculer le z-score, $z = \frac{|\lambda_{référence} - \lambda_{expériemental}|}{u(\lambda)}$

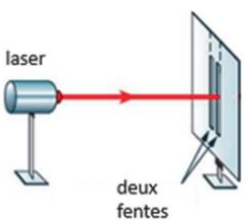
$z = \frac{|650-653|}{13}$ = 0,23 < 2
(1pt) Ainsi les mesures réalisées valident la valeur donnée par le fabricant.
Compléments :
https://physique-chimie.enseigne.ac-lyon.fr/spip/IMG/pdf/memento_prof_mi_avril_2021.pdf



Une nouvelle expérience est réalisée à partir de la première expérience : la fente simple est remplacée par une double fente ; le reste du dispositif étant inchangé, et l'écran est placé à la distance *D* = 2,23 m. C'est l'expérience n°2.

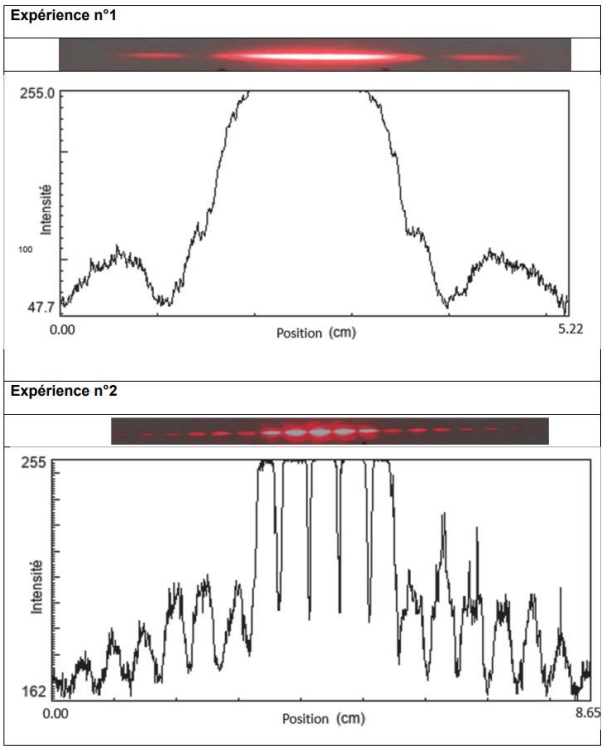


Expérience n°1



Expérience n°2

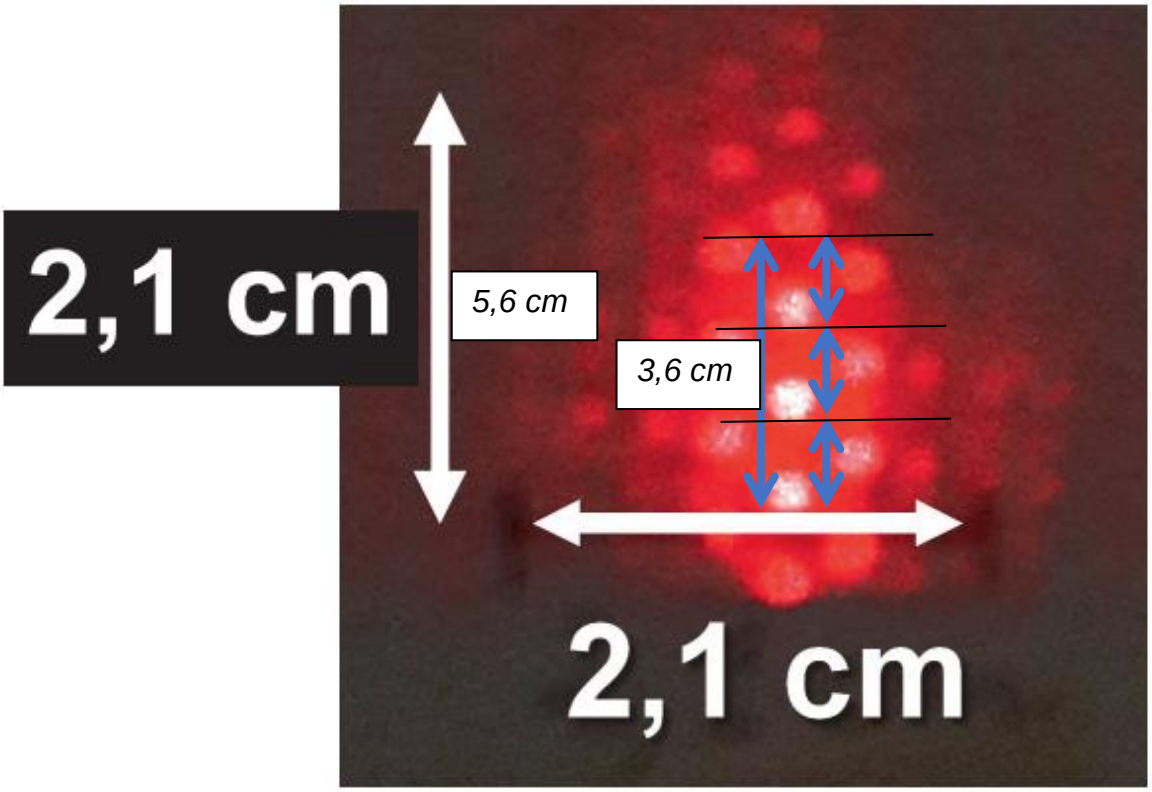
Un logiciel de traitement d'image permet d'obtenir la distribution de l'intensité lumineuse le long de la tâche obtenue sur l'écran. Les résultats obtenus pour les deux expériences sont présentés ci-après.



Q4. Nommer les phénomènes physiques sous-jacents à l'expérience n°2.
(1pt) Lors de l'expérience 2, il se produit des interférences.

Un masque respiratoire en tissu est réalisé en superposant deux couches de tissu. Chaque couche de tissu est constituée d'une trame de fils horizontaux et de fils verticaux. La double fente de l'expérience n°2 est remplacée par une couche de tissu modérément tendu, les autres conditions de l'expérience (nature du laser, distance fente-écran D = 2,23 m) restant inchangées.

Photographie de l'écran :



Q5. En utilisant les données, estimer la valeur de la distance séparant deux fils horizontaux.

$i = \frac{\lambda.D}{b}$ donc $b = \frac{\lambda.D}{i}$

On mesure l'interfrange i sur la photographie de l'écran.
Pour plus de précision, on mesure la longueur de plusieurs interfranges.
3,6 cm schéma → 3*i*
5,6 cm schéma → 2,1 cm réels

$$i = \frac{3,6 \times 2,1}{3 \times 5,6} = 0,45 \text{ cm}$$

$b = \frac{\lambda.D}{i}$

$$b = \frac{653 \times 10^{-9} \times 2,23}{0,45 \times 10^{-2}} = 3,24 \times 10^{-4} \text{ m} = 3,2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

653E-9*2.23
0.45E-2
3.235977778E-4

Q6. Comparer la taille d'une maille (maille = trou) d'un masque, avec les dimensions des microgouttelettes expulsées lors de la respiration ou de l'éternuement. On néglige ici l'épaisseur des fils.

Le sujet indique que les microgouttelettes sont de diamètre de plusieurs dizaines de micromètres à une centaine de micromètres.
On a mesuré une distance entre les fils de $3,24 \times 10^{-4}$ m = $324 \times 10^{-2} \times 10^{-4}$ = 324×10^{-6} m = 324 µm.
Les mailles sont plus larges que les microgouttelettes.
Les masques homologués ont une efficacité de filtration des microgouttelettes très proche de 100 %.

Q7. Commenter ce résultat au regard de votre réponse à la question précédente.

Il faut revenir à la question posée en introduction « La filtration obtenue grâce aux masques repose-t-elle uniquement sur un effet de « passoire » ? »
Les gouttelettes sont assez petites pour passer à travers les mailles, pourtant on nous indique une efficacité de filtration très proche de 100%.
C'est donc que la filtration ne repose pas sur l'effet de passoire des masques.
Mais on peut aussi évoquer le fait qu'il y a deux couches superposées qui favorise la filtration.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.