

Lumière, intensité et distance

Vous avez probablement remarqué qu'une lampe paraît plus brillante quand on en est proche que quand on s'en éloigne. Si vous lisez cette page à la lumière d'une seule ampoule électrique, la quantité de lumière frappant la page va augmenter si vous approchez la page de la source lumineuse. En utilisant un capteur de lumière, vous pouvez déterminer comment l'éclat de la lumière varie avec la distance à la source, et comparer ce résultat à un modèle mathématique.

Il y a plusieurs façons de mesurer l'éclat de la lumière. Comme cette expérience peut être réalisée avec l'un ou l'autre de plusieurs capteurs mesurant chacun des grandeurs légèrement différentes, nous utiliserons le terme d'*intensité* pour décrire l'éclat relatif de la lumière, bien que ce terme ne soit peut-être pas strictement rigoureux pour la quantité mesurée par votre capteur. Quelle que soit la méthode de mesure, la variation relative en fonction de la distance est la même, et c'est cela que vous étudierez aujourd'hui. Au cours de la présente expérience, vous mesurerez l'intensité de la lumière produite par une source de petite extension à des distances variables, et vous verrez de quelle façon l'intensité varie avec la distance.



Figure 1

OBJECTIF

Σ Déterminer la relation mathématique entre l'intensité et la distance à la source.

MATERIEL

Power Macintosh ou Windows PC
LabPro ou Universal Lab Interface

Logger *Pro*
Capteur de lumière

Règle graduée
Ampoule à verre transparent (1.5 V type
torche)
Pile (1.5 V)
Graphical Analysis ou papier millimétré

QUESTIONS PREALABLES

1. Supposez qu'une petite source de lumière est placée au centre de deux sphères transparentes. L'une des sphères a un rayon R et l'autre un rayon $2R$. Une intensité I traverse la surface de la sphère intérieure. S'il n'y a aucune absorption de lumière, de sorte que toute la lumière émise par la source atteigne la sphère extérieure, quelle est l'intensité de la lumière à la surface de celle-ci ? Résolvez ce problème en considérant les points suivants :

- Σ Quel est le rapport entre l'intensité traversant la sphère intérieure et l'intensité atteignant la sphère extérieure ?
- Σ Quel est le rapport entre les aires des deux sphères ?
- Σ En général, donc, comment l'intensité variera-t-elle en fonction de la distance à la source?

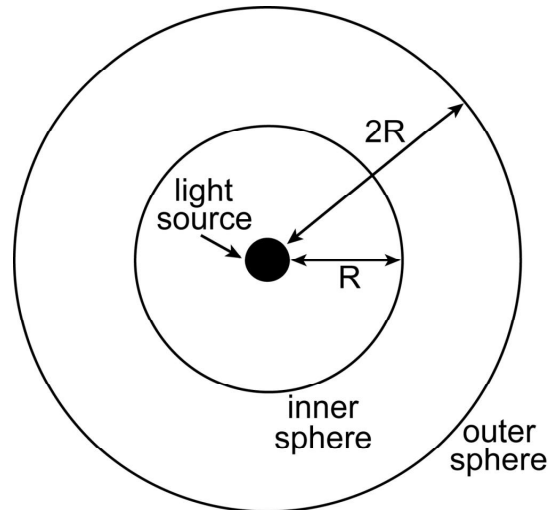


Figure 2

2. La plupart des ampoules électriques d'usage courant ne sont pas des sources ponctuelles, Comment pensez-vous que cela va modifier votre réponse à la question 1 ?

MONTAGE INITIAL

1. Connectez le capteur de lumière au Channel 1 du LabPro ou de l'Universal Lab Interface. Si votre capteur a un commutateur de domaines de mesure, réglez-le sur le domaine de 600 lux.
2. Assurez-vous que l'axe du filament de l'ampoule est horizontal et pointe directement vers le capteur de lumière. Cela le rend plus comparable à une source ponctuelle vue par le capteur.
3. Le filament et le capteur devraient être placés à la même hauteur (Figure 1).
4. Placez l'extrémité du filament (pas le verre) à la marque the end of the filament the 0.0-cm de la règle graduée.
5. Ouvrez le dossier Experiment 32 de *Physics with Computers*. Puis ouvrez le fichier correspondant au type de capteur que vous utilisez. Un graphique apparaîtra à l'écran. L'axe vertical porte l'intensité dans l'unité pertinente à votre capteur. L'axe horizontal porte la distance de 0 à 12 cm. La fenêtre Meter montrera l'intensité lumineuse.
6. Obscurcissez la pièce. Pour obtenir de bons résultats, l'obscurité est essentielle. Il ne doit y avoir aucune surface réfléchissante derrière ou à côté de l'ampoule.

PROCEDURE

1. Placez le capteur à 2 cm du filament et notez la valeur de l'intensité affichée dans la fenêtre Meter. Assurez-vous que l'intensité varie quand vous déplacez le capteur, sinon utilisez une échelle moins sensible ou une source moins intense. Éloignez le capteur de l'ampoule et observez les valeurs affichées. Quelle est votre prévision pour la relation entre intensité et distance à une source de lumière ?

2. Cliquez  pour commencer l'acquisition des données. Placez le capteur à 2 cm du filament de l'ampoule. **Important:** La distance doit être mesurée avec soin. Assurez-vous que vous mesurez bien du filament de l'ampoule au capteur.
3. Attendez que la valeur affichée pour l'intensité se stabilise. Cliquez alors sur , puis tapez la valeur de la distance et appuyez sur ENTER pour enregistrer la valeur de l'intensité. Un point sera porté sur le graphique.
4. Eloignez le capteur de 1 cm et répétez le point 3.
5. Répétez le point 3 par pas de 1 cm jusqu'à ce que le capteur soit à 10 cm de la source de lumière.
6. Cliquez sur  quand vous aurez terminé l'acquisition des données. Dans le tableau des données, notez les couples (intensité, distance) affichés dans la fenêtre Table (ou imprimez celle-ci si vous en avez la possibilité)

TABLEAU DES DONNEES

Distance (cm)	Intensité

ANALYSE

1. Examinez le graphique de l'intensité en fonction de la distance. Sur la base du graphique, décidez quel type de relation mathématique existe, d'après vous, entre ces deux variables. :

Σ Si la relation est linéaire, alors $I = k \cdot d$ où k est une constante

Σ Si la relation est inverse, alors $I = k \cdot 1/d$.

Σ Si la relation est inverse au carré, alors $I = k \cdot 1/d^2$.

2. Pour voir si votre choix est le bon :
 - a. Cliquez le bouton Curve Fit , . Sélectionnez un type d'ajustement sur la liste affichée, puis cliquez .
 - b. Un ajustement s'affichera sur le graphique. Si vous avez fait le choix correct, la courbe devrait s'ajuster de près aux données. Si la courbe ne s'accorde pas bien, essayez une relation différente et cliquez sur  à nouveau. Lorsque vous êtes satisfait, cliquez sur .

3. La fonction la mieux ajustée aux données est-elle en accord avec votre modèle faisant usage des sphères concentriques
4. Faites une liste des raisons pour lesquelles votre dispositif expérimental pourrait ne pas être adapté à la relation que vous aviez énoncée entre intensité et distance dans les questions préliminaires.

EXTENSIONS

1. Confirmez la relation entre intensité et distance en faisant le graphique linéaire avec changement de variable de $I = k \cdot 1/d^2$. Vous pouvez utiliser Vernier Graphical Analysis pour vérifier la relation entre intensité et distance. Entrez les données, puis créez une colonne modifiée de données avec l'entête "Distance⁻²" pour représenter $1/d^2$. Créez le graphique intensité en fonction de distance⁻². Une droite passant par l'origine vérifierait la relation inverse carrée.
2. Si vous avez une fenêtre faisant face au soleil, il pourrait être intéressant d'essayer une expérience pour mesurer l'intensité du rayonnement solaire. Si votre capteur a un commutateur de domaines de mesure, réglez-le sur le domaine de 150'000 et chargez la calibration pour ce réglage. Placez le capteur à 10 cm d'une ampoule transparente de 150 W et mesurez l'intensité. Pointez le capteur dans la direction du soleil et mesurez son intensité par rapport à celle de l'ampoule. Combien d'ampoules devriez-vous placer à 10 cm du capteur pour obtenir l'intensité du soleil Utilisez la relation mathématique trouvée dans l'expérience pour calculer l'intensité du soleil s'il se trouvait à 10 cm du capteur .A combien d'ampoule de 150 W cela équivaut-il ?
3. Utilisez le capteur pour mesurer l'intensité du soleil au cours d'une journée
4. Utilisez le capteur pour examiner des lunettes solaires. De quel pourcentage l'intensité de la lumière solaire est-elle réduite lorsqu'elle traverse la lentille des lunettes
5. Utilisez le capteur pour comparer d'autres sources lumineuses à celle que vous avez utilisée au cours de l'expérience. Par exemple, comment l'intensité varie-t-elle lorsque vous vous éloignez d'un tube néon allongé ou circulaire