Ombre et lumière — Exercices Physique 9e HarmoS

Exercice 1

On éclaire une balle de tennis opaque avec une **lampe torche ponctuelle** (très petite source) dans une pièce sombre, devant un mur blanc.

1. Expliquer comment tracer géométriquement les rayons lumineux limites qui délimitent l'ombre de la balle sur le mur.
2. Définir et distinguer les trois zones suivantes :
   - l'**ombre propre** ;
   - le **cône d'ombre** ;
   - l'**ombre portée**.
3. Observe-t-on une zone de **pénombre** dans cette expérience avec une source ponctuelle ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 2

Une source lumineuse ponctuelle S est placée au niveau d'un banc optique. Un disque opaque vertical de diamètre $d = 12$ cm est placé à la distance $D_1 = 40$ cm de la source S. Un écran blanc vertical est placé parallèlement au disque, à une distance totale $D_2 = 1{,}40$ m de la source S.

1. Quelle est la distance entre le disque et l'écran ?
2. À l'aide du théorème de Thalès (proportionnalité des triangles semblables), calculer le **diamètre d' de l'ombre portée** sur l'écran.
3. Que devient ce diamètre si l'on rapproche le disque à 20 cm de la source S (en laissant l'écran fixe à 1,40 m) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 3

Méthode de Thalès au Soleil : Par une journée ensoleillée, les rayons du Soleil arrivent pratiquement **parallèles** entre eux sur Terre.

Pour mesurer la hauteur H d'un grand sapin, un élève plante verticalement dans le sol horizontal un bâton de longueur $h = 1{,}20$ m. Il mesure :

- la longueur de l'ombre du bâton au sol : $\ell = 1{,}50$ m ;
- la longueur de l'ombre du sapin au sol : $L = 22{,}5$ m.

1. Expliquer pourquoi les rayons solaires sont considérés comme parallèles (contrairement à ceux d'une lampe de poche).
2. Calculer la hauteur H du sapin.
3. Si un nuage passe plus tard et que l'expérience est refaite avec un projecteur au sol placé à 10 m du bâton, le rapport H/h resterait-il égal à L/ℓ ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 4

On remplace la source ponctuelle par une **source lumineuse étendue** (un disque lumineux de diamètre $D_S = 10$ cm). On place devant un écran une boule opaque de diamètre $D_O = 10$ cm (même taille que la source).

1. Expliquer quels 4 **rayons lumineux limites** il faut tracer pour délimiter les zones d'ombre derrière la boule.
2. Distinguer l'**ombre pure (ombre totale)** et la **pénombre** (ombre partielle) sur l'écran.
3. Un observateur place son œil sur l'écran dans la zone de **pénombre** et regarde vers la source lumineuse. Que voit-il ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 5

Calcul de la largeur de l'ombre pure et de la pénombre :

Sur un axe optique horizontal ($y = 0$), on place :

- à $x = 0$ cm, une lampe verticale AB de hauteur 6 cm (A à $+3$ cm et B à -3 cm) ;
- à $x = 50$ cm, un obstacle opaque vertical CD de hauteur 12 cm (C à $+6$ cm et D à -6 cm) ;
- à $x = 150$ cm, un écran vertical.

1. Calculer la hauteur y sur l'écran où arrivent :
   - le rayon extérieur passant par A et C ;
   - le rayon croisé passant par B et C.
2. Par symétrie, donner les hauteurs d'arrivée des rayons passant par D.
3. En déduire la **hauteur de l'ombre pure** (ombre totale) et la **largeur de chaque bande de pénombre** sur l'écran.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 6

Éclipses de Soleil et de Lune : Le Soleil (diamètre $\approx 1{,}39 \times 10^6$ km) est une immense source lumineuse étendue. La Lune et la Terre projettent chacune derrière elles un cône d'ombre pure (convergent car elles sont plus petites que le Soleil) et une zone de pénombre.

1. Lors d'une **éclipse de Soleil**, quel astre se trouve entre les deux autres ? Dans quelle zone d'ombre de cet astre doit se trouver un observateur terrestre pour voir :
   - une éclipse **totale** ;
   - une éclipse **partielle** ;
   - une éclipse **annulaire** (la Lune étant légèrement plus éloignée de la Terre, la pointe de son cône d'ombre n'atteint pas le sol) ?
2. Lors d'une **éclipse de Lune**, quel astre est entre les deux autres ? Pourquoi la Lune prend-elle une teinte rougeâtre (Lune de sang) au lieu de devenir totalement invisible pendant la totalité ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 7

Phases de la Lune vs Éclipses :

1. Expliquer pourquoi on observe chaque mois des **phases de la Lune** (nouvelle lune, premier quartier, pleine lune, dernier quartier) alors qu'il n'y a pas d'éclipse de Lune à chaque pleine lune.
2. Les phases de la Lune sont-elles dues à l'**ombre portée** de la Terre sur la Lune, ou à l'**ombre propre** de la Lune ? Justifier.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 8

Fonctionnement qualitatif de la chambre noire (sténopé) :

Une chambre noire est une boîte fermée et opaque à l'intérieur noir, dont une face est percée d'un tout petit trou (le *sténopé*) et dont la face opposée est un écran translucide (papier calque).

1. À l'aide du principe de **propagation rectiligne de la lumière**, expliquer pourquoi l'image d'une bougie allumée observée sur le calque est **renversée** (tête en bas et gauche/droite inversées).
2. Que se passe-t-il sur l'écran si l'on **agrandit** le diamètre du trou ? (Comparer la **luminosité** et la **netteté** de l'image.)
3. Pourquoi n'observe-t-on pratiquement pas d'image nette si l'on ouvre toute la face avant de la boîte ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 9

Dimensionnement d'une chambre noire (sténopé) :

Un élève fabrique une chambre noire de profondeur $d' = 20$ cm (distance entre le trou et le papier calque). Il vise un bâtiment de hauteur $h = 15$ m situé à une distance $d = 60$ m du trou.

1. Écrire la relation de proportionnalité (théorème de Thalès) reliant h, h' (hauteur de l'image sur le calque), d et d'.
2. Calculer la hauteur h' de l'image du bâtiment sur le calque (en cm).
3. L'élève veut photographier la pleine Lune depuis la même chambre noire ($d' = 20$ cm). Sachant que le diamètre de la Lune vaut $D_L \approx 3\,474$ km et sa distance à la Terre vaut $d_L \approx 384\,000$ km, quel sera le diamètre de l'image de la Lune sur le calque (en mm) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 10

Problème de synthèse (ombre en mouvement) : Un lampadaire ponctuel est fixé au sommet d'un poteau vertical à une hauteur $H = 4{,}5$ m au-dessus d'un trottoir horizontal.

Un piéton de taille $h = 1{,}80$ m marche en s'éloignant du pied du poteau en ligne droite à une vitesse constante $v = 1{,}5$ m/s. À l'instant $t = 0$, il est au pied du poteau ($x = 0$).

1. À la distance $x = 3{,}0$ m du poteau (c'est-à-dire à $t = 2{,}0$ s), calculer la **longueur ℓ de son ombre** au sol (distance entre ses pieds et le bout de l'ombre de sa tête).
2. Exprimer la position X du bout de l'ombre de sa tête (mesurée depuis le pied du poteau) en fonction de x, puis en déduire à quelle **vitesse** se déplace le bout de l'ombre sur le trottoir.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 11

La lumière se propage dans le vide à environ 300 000 km/s. La distance moyenne Terre–Soleil est d'environ 150 millions de kilomètres.

1. Combien de temps la lumière du Soleil met-elle pour nous parvenir ? Donner le résultat en minutes et secondes.
2. Si le Soleil s'éteignait brusquement, quand nous en apercevrions-nous ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 12

Une source lumineuse ponctuelle S éclaire un carton opaque de hauteur 20 cm, placé verticalement à 50 cm de la source. Un écran est placé parallèlement au carton, à 150 cm de la source.

1. Faire un schéma et expliquer pourquoi l'ombre est plus grande que l'objet.
2. Calculer la hauteur de l'ombre portée sur l'écran.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 13

Un disque opaque de 10 cm de diamètre est placé entre une lampe ponctuelle et un écran situé à 2 m de la lampe. On veut obtenir sur l'écran une ombre circulaire de 40 cm de diamètre.

À quelle distance de la lampe faut-il placer le disque ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 14

Pour mesurer la hauteur d'un arbre, Léo plante verticalement un bâton de 1 m. Au même moment, l'ombre du bâton mesure 1,6 m et celle de l'arbre 12 m.

1. Pourquoi peut-on considérer que les rayons du Soleil sont parallèles ?
2. Calculer la hauteur de l'arbre.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 15

Un lampadaire (assimilé à une source ponctuelle) est placé à 4,5 m de hauteur. Une personne de 1,8 m se tient debout à 3 m du pied du lampadaire.

Calculer la longueur de son ombre sur le sol.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 16

Lors d'une éclipse totale de Soleil, la Lune cache exactement le disque solaire.

- Lune : diamètre 3 474 km, distance à la Terre 384 000 km.
- Soleil : diamètre 1 392 000 km, distance à la Terre 150 000 000 km.

1. Calculer pour chacun le rapport diamètre / distance (à 10^{-5} près).
2. Expliquer pourquoi la Lune peut cacher le Soleil alors qu'elle est environ 400 fois plus petite.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 17

Un élève photographie un arbre de 6 m de haut, situé à 30 m, avec une chambre noire (sténopé) de 15 cm de profondeur.

1. L'image sur le fond de la boîte est-elle droite ou renversée ? Pourquoi ?
2. Calculer la hauteur de l'image.
3. Que se passe-t-il si l'on agrandit le trou ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 18

Une **année-lumière** est la distance parcourue par la lumière en une année (on prend 1 an = 365,25 jours et $c = 300\,000$ km/s).

1. Calculer une année-lumière en kilomètres (notation scientifique, 3 chiffres significatifs).
2. L'étoile la plus proche du Soleil, Proxima du Centaure, est à 4,2 années-lumière. Quelle distance cela représente-t-il en km ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 19

Un objet opaque est éclairé par **deux** lampes ponctuelles L_1 et L_2 placées côte à côte.

1. Combien d'ombres voit-on sur l'écran ?
2. Décrire les différentes zones de l'écran : quelles lampes éclairent chacune d'elles ?
3. Quel lien avec la pénombre observée derrière un objet éclairé par une source étendue ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 20

Des astronautes d'Apollo ont déposé des réflecteurs sur la Lune. Depuis la Terre, on envoie une impulsion laser qui revient 2,56 s plus tard.

1. Calculer la distance Terre–Lune ($c = 300\,000$ km/s).
2. Pourquoi faut-il diviser par 2 ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 21

Une source ponctuelle est située sur l'axe d'un disque opaque de 5 cm de diamètre, à 30 cm de son centre. L'écran parallèle est à 90 cm de la source, derrière le disque. Donne le diamètre de l'ombre.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 22

Un objet opaque reste immobile devant une source ponctuelle, et on éloigne l'écran derrière l'objet. Comment évolue l'ombre ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 23

On éclaire un disque opaque avec une source large plutôt que ponctuelle. Quelle zone peut apparaître entre l'ombre totale et la région bien éclairée ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 24

Un observateur voit exactement la moitié d'une lampe derrière un cache. Est-il dans l'ombre totale de ce cache ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 25

Sur un schéma, comment tracer les limites de l'ombre derrière une bille opaque éclairée par un point lumineux ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 26

Deux petites lampes éclairent une tige opaque devant un écran. À quel endroit la zone est-elle totalement sombre en l'absence d'autres sources ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 27

À midi solaire, le Soleil est plus haut dans le ciel qu'en début de matinée. Sur un sol horizontal, quelle ombre d'un piquet vertical est la plus courte ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 28

Un objet opaque mesure 6 cm. Il est à 20 cm d'une source ponctuelle. L'écran parallèle placé à 60 cm de la source montre quelle hauteur d'ombre ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 29

Quels astres sont alignés et dans quel ordre lors d'une éclipse de Lune, de la source vers l'astre assombri ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 30

Comment changer un montage à écran fixe pour réduire l'ombre géométrique d'un petit disque placé entre l'écran et une source ponctuelle ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site