Chapitre 4

Optique

Question 67. Points de vue

Parmi ces trois propositions, laquelle est fausse ?

A. Le cristallin* d'une personne myope fait trop converger la lumière, c'est pourquoi il lui faut des verres de lunettes divergents

B. Une personne hypermétrope voit très mal de près

C. Une personne astigmate* déforme les contours

Réponse

Les trois réponses sont bonnes. Une personne hypermétrope voit très bien au loin. En revanche, elle a du mal à accommoder pour une vision rapprochée. Les rayons lumineux se forment derrière la rétine à cause, le plus souvent, d'un cristallin trop plat. Elle doit donc utiliser des verres convergents, c'est-à-dire des verres plus épais au centre qu'au bord.

Un peu d'histoire

La plus ancienne lentille fut découverte dans l'ancienne Mésopotamie, on ne sait pour quel usage. L'empereur **Néron** (Ier siècle après J.-C.) qui était myope se servait d'un morceau d'émeraude pour regarder les spectacles. **Pline l'Ancien** (23-79) ne déclarait-il pas dans son *Histoire naturelle* : « Pour l'œil, il n'existe aucune couleur plus agréable que l'émeraude ? »

Attention les yeux !

Lorsque votre vision ne nécessite aucune correction, on dit que votre œil est emmétrope. Vers la quarantaine, votre œil emmétrope devient la plupart du temps presbyte : vous voyez bien de loin mais votre vision de près se détériore. Cette détérioration est due au cristallin dont la déformation devient plus faible, ce qui a pour conséquence une diminution de l'accommodation.

© Eyrolles Pratique

Question 68. Images du monde

Pour voir les objets qui nous entourent, il faut que :

A. La lumière parte des objets pour arriver à nos yeux ?

B. Nos yeux envoient un rayon qui rebondit sur l'objet pour revenir ensuite vers nous ?

C. La lumière éclaire à la fois nos yeux et l'objet ?

Réponse

La réponse est A. Tous les objets et les êtres vivants sont des sources de lumière : nous émettons tous des rayons lumineux. Certains fabriquent la lumière comme le Soleil, l'écran de télévision ou la luciole. On les appelle des « sources primaires ». D'autres profitent de cette lumière en la diffusant ; la lumière ne fait que rebondir sur ces objets : ce sont alors des « sources secondaires » comme vous et moi, une table ou encore la Lune.

Un peu d'histoire

Les savants arabes se sont montrés très prolifiques dans plusieurs domaines scientifiques. **Ibn al-Haytham** (965-1039), plus connu sous le nom d'**Alhazen**, fut le premier à analyser les rayons lumineux arrivant jusqu'à l'œil. Cette conception diffère de celle de ses prédécesseurs : auparavant, on pensait que l'œil devait émettre un « rayon visuel » pour voir. Alhazen a également étudié la réflexion et la réfraction* de la lumière.

Alhazen

© Eyrolles Pratique

Question 69. *Somewhere over the rainbow…*

Quelle couleur n'appartient pas à l'arc-en-ciel ?

A. Le rose

B. Le violet

C. Le bleu

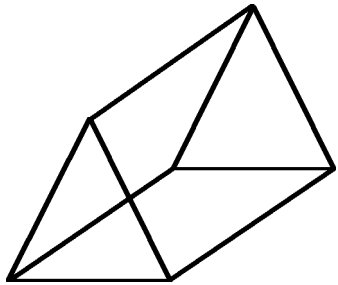
Réponse

La réponse est A. Un arc-en-ciel se forme quand il pleut en présence de Soleil. Il faut que le Soleil soit placé derrière nous. Chaque petite goutte de pluie décompose la lumière du rouge au violet comme à travers un prisme*. Chaque couleur a une trajectoire bien particulière dans la goutte d'eau : ainsi le violet est plus dévié que le rouge. Les couleurs prennent leur place respective dans le ciel en fonction de leur déviation dans la goutte d'eau. Parfois, on parvient à distinguer un second arc juste au-dessus du premier, moins lumineux et avec des couleurs inversées. Il n'existe pas de troisième arc.

Un peu d'histoire

Roger Bacon (1220-1292) était un moine franciscain anglais. Savant et philosophe, il s'intéressa à beaucoup de domaines. Il expliqua la formation des arcs-en-ciel, approfondit les connaissances en alchimie, s'aperçut qu'il y avait une erreur dans le calendrier julien (calendrier inventé par Jules César et toujours en vigueur au XIIIe siècle). Surnommé « le Docteur admirable », il fut enfermé par le pape Nicolas IV, accusé d'hérésie et de pratiquer la magie. Sur son lit de mort, il aurait déclaré : « Je me repens de m'être donné tant de peine dans l'intérêt de la science ! »

Prisme



© Eyrolles Pratique

Question 70. Eau trouble

Sur une autoroute, en été, on a souvent l'impression de voir une étendue d'eau au loin, au ras de la route. De quoi s'agit-il ?

A. La vapeur d'eau se condense au niveau de la route créant une très fine couche d'eau sur le sol

B. Il s'agit d'un mirage, c'est-à-dire l'image du ciel sur la route

C. Il s'agit d'une hallucination due à la fatigue

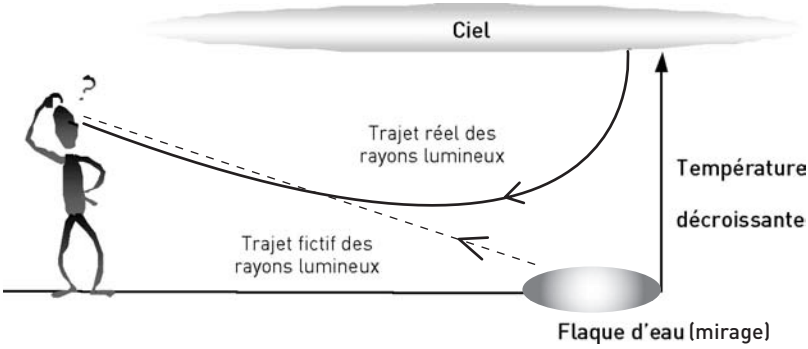
Réponse

La réponse est B. Le phénomène de réfraction* est fondamental en physique. Il permet d'expliquer pourquoi un bâton plongé dans l'eau semble « se casser » et changer de direction ou pourquoi un poisson que l'on observe à travers un aquarium rond n'est jamais là où l'on croit. La réfraction permet aussi d'expliquer la formation des mirages : la lumière venant du ciel traverse des couches de l'atmosphère à différentes températures ; la lumière est alors courbée et semble provenir du sol. La flaque d'eau que l'on croit observer au loin est en fait l'image du ciel !

Un peu d'histoire

Le phénomène de réfraction a été découvert par le physicien britannique **Willebrord Snell** (1580-1626) puis peu de temps après par le philosophe français **René Descartes**.

La réfraction lors d'un mirage



© Eyrolles Pratique

Question 71. Sous les sunlights

Un éclairage de 1000 lux correspond à l'éclairage :

A. D'une pièce éclairée à la bougie ?

B. D'une pièce éclairée avec une lampe halogène ?

C. Du Soleil par beau temps ?

Réponse

La réponse est B. Le lux est l'unité de l'éclairement lumineux. Une journée ensoleillée correspond à plus de 50 000 lux. Une caméra est capable de déceler quelques centièmes de lux. L'unité officielle de l'intensité lumineuse est la candela*. Cette unité, qui vient du latin signifiant « chandelle », n'est pas très utilisée.

Un peu d'histoire

Originaire du Croisic, **Pierre Bouguer** (1698-1758) est le fondateur de la photométrie. Il s'illustra également dans le domaine de la marine en améliorant la stabilité des bateaux. En 1735, l'Académie des sciences lui demande de mesurer la longueur d'un arc du méridien à l'équateur. Il part donc pour une longue expédition au Pérou avec le mathématicien et naturaliste **La Condamine**. En 1748, il invente l'héliomètre, appareil servant à mesurer le diamètre apparent des astres. On lui doit également l'invention des signes mathématiques ≥ (supérieur) et ≤ (inférieur).

© Eyrolles Pratique

Question 72. Et la lumière fut ...

Comment appelle-t-on les petits grains qui constituent la lumière ?

A. Les électrons

B. Les neutrons

C. Les photons

Réponse

La réponse est C. Les photons sont des particules qui n'ont pas de poids, c'est pourquoi elles sont les plus rapides de l'Univers (300 000 km/s). Elles peuvent néanmoins être déviées par un astre gigantesque de l'espace, ce qui provoque un « mirage gravitationnel » : un rayon lumineux provenant d'une étoile et passant à proximité d'un astre massif est dévié : on voit l'étoile dans le ciel à un endroit où elle ne se trouve pas en réalité !

Un peu d'histoire

Pour le grand savant du XVIIe siècle **Isaac Newton**, il ne fait aucun doute que la lumière est formée de petites particules, que l'on n'appelle pas encore des photons (le mot apparaîtra au XXe siècle). Mais Newton a des détracteurs, parmi lesquels **Huygens** qui affirme que la lumière est une onde en expliquant tous les phénomènes bien connus à l'époque comme la réflexion ou la réfraction*. Le prestige de Newton est tel que les idées de Huygens seront ignorées jusqu'à leur re-découverte par **Augustin Fresnel** au XIXe siècle.

© Eyrolles Pratique

Question 73. Tous les chats sont gris

Certaines caméras permettent de voir dans la nuit. Pourquoi ?

A. Elles détectent les infrarouges envoyés par les êtres vivants dégageant de la chaleur

B. Elles envoient un rayon laser très fin qui éclaire suffisamment les objets

C. Elles augmentent le diaphragme de l'objectif pour récolter le maximum de lumière

Réponse

La réponse est A. Les infrarouges sont des rayons lumineux invisibles envoyés par le Soleil. Ils appartiennent à l'arc-en-ciel et se situent au-dessus du rouge, mais l'œil humain n'est pas capable de les voir. Un corps humain dégage de la chaleur, constituée précisément de rayons infrarouges. Les caméras les détectent et transforment cette lumière invisible en lumière visible.

Un peu d'histoire

En 1666, le savant anglais **Isaac Newton** effectue les premières expériences sur la dispersion de la lumière. En faisant entrer la lumière dans la pièce où il travaille, il constate qu'un faisceau qui traverse ce bloc de verre transparent (le prisme*) se sépare en une multitude de faisceaux colorés qui vont du violet au rouge en passant par le bleu, le vert, le jaune et l'orange. On dit que la lumière est dispersée. La formation des arcs-en-ciel dans la nature s'explique en assimilant chaque goutte d'eau à un prisme minuscule. On montrera au XIXe siècle qu'il y a des lumières invisibles dans l'arc-en-ciel.

Un arc-en-ciel au dos d'un disque !

Lorsqu'on retourne un compact disc, on peut admirer un magnifique arc-en-ciel. La lumière du Soleil, qui est en fait composée de plusieurs couleurs, vient frapper les stries parallèles et très serrées du disque. Ces dernières diffractent la lumière : elles font repartir le violet dans une direction, le bleu dans une autre et ainsi de suite, jusqu'au rouge. On dit que la lumière est « décomposée ».

© Eyrolles Pratique

Question 74. *Blind test*

À quoi correspondent les noms « Crown » et « Flint » ?

A. Il s'agit des noms des inventeurs du laser

B. Il s'agit de deux sortes de télescopes

C. Il s'agit de deux types de verres

Réponse

La réponse est C. L'aberration* chromatique est le défaut qui survient quand on utilise certaines lentilles : il se forme alors une image floue avec l'apparition des couleurs de l'arc-en-ciel. Le *crown* et le *flint* sont deux types de verres utilisés pour les objectifs des appareils photographiques. *Crown* et *flint* signifient respectivement « couronne » et « silex ».

Un peu d'histoire

En 1730, pour corriger l'aberration chromatique, **Chester More Hall** a l'idée d'associer deux lentilles différentes qui compensent leurs effets, l'une convexe en *crown*, l'autre concave en *flint*.

Les vitraux coulent-ils ?

Le verre des vitraux de certaines églises est plus épais en bas qu'en haut. Des scientifiques ont alors pensé qu'au fil des siècles, le verre avait coulé vers le bas, comme un liquide très visqueux. En fait, il s'agirait d'une technique de fabrication ancienne où l'épaisseur n'était pas uniforme. La partie du verre la plus lourde aurait été mise naturellement en bas.

© Eyrolles Pratique

Question 75. Mon œil !

Nous avons au fond de l'œil des récepteurs sensibles à trois couleurs. Quelles sont-elles ?

A. Bleu, rouge et jaune

B. Bleu, violet et jaune

C. Bleu, rouge et vert

Réponse

La réponse est C. La rétine est tapissée de cellules photo-réceptrices sensibles à trois couleurs : bleu, vert et rouge. Ce sont les trois couleurs primaires de la physique. Cette caractéristique anatomique est utilisée pour reproduire les couleurs sur un écran de télévision. En effet, ce dernier est formé de pixels de trois couleurs primaires qui assurent la synthèse de toutes les autres couleurs. Ainsi, un pixel rouge allumé en même temps qu'un pixel vert formera la couleur jaune, etc.

Un peu d'histoire

Le physicien **Johann Lambert** (1728-1777) est l'un des créateurs de la photométrie avec **Bouguer**. Mais il est surtout connu pour la projection qui porte son nom : la représentation de la surface de la Terre sur un cône. Les parallèles* sont des cercles concentriques et les méridiens* des droites concourantes. C'est la projection utilisée pour les cartes du territoire français. Sur la projection de **Mercator** (mathématicien et géographe allemand) plus ancienne (XVIe siècle), les méridiens et les parallèles sont des lignes droites parallèles.

© Eyrolles Pratique

Question 76. Changement de programme

Pour changer de chaîne, la télécommande de votre téléviseur envoie :

A. Un rayonnement infrarouge ?

B. Un rayonnement ultraviolet ?

C. Des rayons X ?

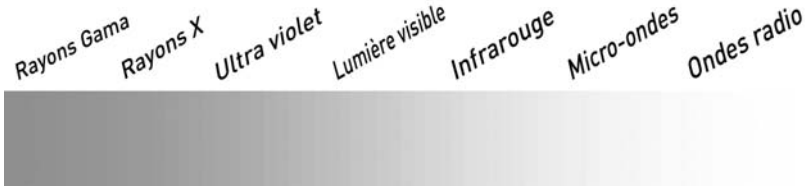
Réponse

La réponse est A. L'infrarouge est une lumière invisible se situant à côté du rouge dans l'arc-en-ciel. Les rayons infrarouges sont très utilisés dans la transmission d'informations sur des courtes distances sans obstacles.

Un peu d'histoire

En plaçant un thermomètre à la sortie d'un prisme qui décompose la lumière du Soleil en arc-en-ciel, l'Allemand **William Herschel** (1738-1822) constata que la température la plus chaude était détectée à côté du rouge, là où il n'y a plus de couleur ! Les rayonnements infrarouges sont donc synonymes de chaleur. C'est ce que détectent certaines caméras en vision nocturne.

Les ondes électromagnétiques



Les ondes électromagnétiques par ordre décroissant d'énergie.

© Eyrolles Pratique

Question 77. Bien halé

L'été, quels rayons lumineux envoyés par le Soleil sont responsables du bronzage ?

A. Les rayons X

B. Les rayons gamma

C. Les rayons ultraviolets

Réponse

La réponse est C. Comme leur nom l'indique, ils se trouvent dans le spectre de l'arc-en-ciel à côté du violet, mais on ne les voit pas. Certains insectes les perçoivent. Ce sont les rayons ultraviolets qui provoquent le bronzage. Cependant, une exposition trop importante peut être néfaste pour la santé. La couche d'ozone filtre une partie du rayonnement ultraviolet. L'utilisation de CFC (chlorofluorocarbones), présents notamment dans certaines bombes aérosols, favorise la destruction de cette couche d'ozone. Inversement, l'ozone, si utile en altitude, est indésirable au niveau du sol. Ce gaz est créé par la combustion de carburants ou par les incendies de forêts.

Un peu d'histoire

C'est en constatant le noircissement d'une plaque de nitrate d'argent que le physicien allemand **Johann Ritter** mit en évidence, en 1801, ce rayonnement invisible pour l'œil humain.

© Eyrolles Pratique

Question 78. Sourire !

La photographie la plus ancienne a été prise en :

A. 1726 ?

B. 1826 ?

C. 1926 ?

Réponse

La réponse est B. Prise par **Nicéphore Niepce** (1765-1833) à Chalon-sur-Saône, l'image fut imprimée sur une plaque de cuivre recouverte de bitume de Judée, une substance noire qui a la propriété de blanchir. Elle a nécessité plusieurs heures de pose depuis une mansarde de sa propriété.

Un peu d'histoire

Dans les années 1830, **Jacques Daguerre** réalise ses premières images sur plaques de cuivre : les daguerréotypes. En 1935 **Kodachrome** et **Agfacolor** inventent la première pellicule moderne en couleur. En 1947, le procédé Polaroïd permet d'obtenir une image sur papier en quelques secondes. Les progrès de stockage de l'information donnent naissance au premier appareil numérique en 1982, inventé par la firme Sony. Les images sont alors stockées sur un petit disque magnétique. Depuis, la mémoire des appareils augmente tandis que leur taille diminue.

Visionnaire

Une cinquantaine d'années après l'invention de la photographie, les frères Lumière inventent le cinéma (du grec *kinêma* qui veut dire « mouvement »). La première représentation a lieu le 28 décembre 1895 à Paris. Alors que le prestidigitateur Méliès désirait acheter l'appareil de projection, un des frères Lumière lui aurait répondu : « Ne vous ruinez pas, cet appareil est un objet scientifique, il n'a aucun avenir commercial ! »

© Eyrolles Pratique

Question 79. Record à battre

En une seconde, la lumière est capable de parcourir l'équivalent de :

A. 300 fois la distance Lille-Marseille ?

B. 300 fois la distance Bretagne-Floride ?

C. 1 fois le tour de la Terre ?

Réponse

La réponse est A. La vitesse de la lumière est égale à 300 000 km/s. Aucune particule de matière n'est capable d'atteindre cette vitesse pour la simple raison qu'elles ont un poids ! Seule la particule de la lumière, le photon, a une masse nulle. Les avions de chasse les plus rapides sont environ 150 000 fois moins rapides que la lumière, mais 5 fois plus rapides que le son !

Un peu d'histoire

Le physicien français **Hippolyte Fizeau** (1819-1896) parvint à estimer le temps mis par la lumière pour parcourir la distance entre Suresnes et Montmartre grâce à la vitesse de rotation de roues dentées. Il fournit la valeur de 315 000 km/s, mesure remarquable pour l'époque. Il a le mérite de ne pas avoir utilisé les observations astronomiques pour déterminer la vitesse de la lumière.

© Eyrolles Pratique

Question 80. Sujet brûlant

Comparé aux autres étoiles, notre Soleil est :

A. Une étoile froide ?

B. Une étoile tiède ?

C. Une étoile chaude ?

Réponse

La réponse est B. La température à la surface du Soleil n'est que de 6000 degrés, ce qui en fait une étoile de température moyenne et de couleur jaune. Les étoiles les plus chaudes sont les étoiles bleues ; les plus froides sont les étoiles rouges, donc l'inverse des robinets !

Un peu d'histoire

Le physicien **Wilhelm Wien** (1864-1928) établit en 1893 la relation entre la température d'un objet et le type de rayonnement qu'il émet. Wien reçut le prix Nobel de Physique en 1911, année où Marie Curie recevait celui de Chimie.

Mnémotechnique

À chaque couleur, sa température. On le sait, la base de la flamme d'une allumette est bleue, donc plus chaude que le sommet, de couleur orange.

© Eyrolles Pratique

Question 81. L'été sera chaud

Pourquoi recommande-t-on de s'habiller en blanc en été ?

A. Le blanc diffuse toutes les couleurs de la lumière solaire, en particulier l'infrarouge responsable de la chaleur

B. Le blanc absorbe les molécules les moins rapides de l'atmosphère, c'est-à-dire les plus froides

C. Le blanc rejette les molécules les plus rapides de l'atmosphère, c'est-à-dire les plus chaudes

Réponse

La réponse est A. Nous sommes tous éclairés par la lumière du Soleil qui contient toutes les lumières de l'arc-en-ciel, du rouge au violet, mais aussi les radiations infrarouges, ultraviolettes et bien d'autres encore. Les objets de couleur font le « tri » de ces radiations : par exemple un objet rouge absorbe toutes les couleurs sauf le rouge qu'il rejette. Un objet blanc rejette tous les rayonnements alors qu'un objet sombre les absorbe tous.

Un peu d'histoire

En 1860, le chimiste allemand **Robert Bunsen** (1811-1899) et le physicien **Gustav Kirchhoff** (1824-1887) inventèrent le spectroscope, un appareil permettant d'effectuer l'analyse spectrale d'un corps, c'est-à-dire l'identification des atomes qui le constituent en fonction de la lumière que ces derniers émettent. Bunsen reste associé au célèbre « bec » qui se trouve dans tous les laboratoires de chimie.

Robert Bunsen

© Eyrolles Pratique

Question 82. La vie en bleu

Pourquoi le ciel est-il bleu ?

A. Les molécules d'oxygène sont bleues

B. Les molécules d'azote sont bleues

C. Les molécules de l'air diffusent essentiellement les photons bleus envoyés par le Soleil

Réponse

La réponse est C. Le Soleil nous envoie les couleurs de l'arc-en-ciel : violet, bleu, vert, jaune, orange et rouge. Les molécules se trouvant dans l'atmosphère absorbent en majorité les rouge-orangé. La couleur bleue n'est pas absorbée par ces molécules : elle est diffusée dans toutes les directions.

Un peu d'histoire

Lord Rayleigh (1842-1919) est considéré comme l'un des plus grands physiciens du XIXe siècle. Prix Nobel en 1904, il s'intéressa à de nombreux domaines de la physique. On lui doit notamment l'explication de la couleur bleue du ciel.

Pourquoi la nuit est-elle noire ?

Cette question en apparence anodine a été l'objet d'études sérieuses. On pourrait croire qu'il suffit que le Soleil se couche pour qu'il fasse noir. C'est oublier le rôle des étoiles : n'apportent-elles pas chacune leur très faible luminosité ? Mais vu leur nombre, il devrait faire jour en pleine nuit. Il s'agit d'un paradoxe soulevé par le physicien Olbers au XIXe siècle. On sait maintenant que, malgré leur nombre, les étoiles n'apportent pas assez de lumière car celle-ci s'appauvrit par un phénomène physique appelé « effet Doppler ».

© Eyrolles Pratique

Question 83. Couché !

En 1882, Jules Verne écrivait le roman *Le Rayon Vert*, dernier rayon du Soleil avant qu'il ne se couche. Existe-t-il vraiment ?

A. Oui, on l'observe fréquemment

B. Oui, mais on l'observe rarement

C. Non

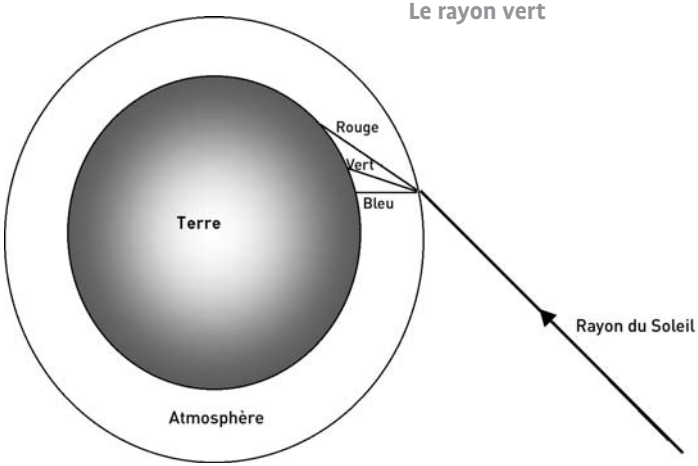
Réponse

La réponse est B. Il s'agit d'un phénomène très rare qui s'observe à basse altitude quand l'horizon est dégagé. Le vert, le rouge et le bleu prennent alors des trajectoires différentes dans l'atmosphère terrestre. Au moment de se coucher, l'image du Soleil se « démultiplie ». La couleur rouge-orangée du Soleil s'éteint avant les couleurs bleue et verte. Le rayon bleu est presque inexistant car le bleu est trop diffusé par l'atmosphère. Il reste alors le vert.

Un peu d'histoire

Outre le roman de Jules Verne, le *Rayon Vert* est aussi le titre d'un film d'Eric Rohmer de 1986.

Le rayon vert



© Eyrolles Pratique