



ALBERT GAME – Consignes

Thème II – Comprendre

BUT : Principe de l'effet LASER, propriétés de la lumière LASER – transmission d'information par lumière LASER

COMPETENCES : Rechercher, extraire et organiser l'information (APP) – Utiliser un matériel (dont l'outil informatique) de manière adaptée, effectuer un calcul simple (REA) – Exploiter et interpréter des observations, des mesures (VAL).

Rappel : Un atome dans son état stable ou état fondamental possède une énergie minimale correspondant au niveau fondamental. Lorsque l'atome n'est plus dans son état fondamental, on dit qu'il est dans un état excité et son énergie est alors supérieure à celle du niveau fondamental. Lors d'une transition d'un niveau d'énergie à un autre, il y a émission ou absorption d'énergie lumineuse par quanta d'énergie noté ΔE telle que : $|\Delta E| = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$

Introduction :

Oscar Hetmantou est un garçon curieux et prêt à essayer tous les jeux non sans se poser certaines questions scientifiques. Son ami, René Decessandre, addict au jeu de guerre en vidéo souhaite passer au concret, sur le terrain mais voudrait être certain de pouvoir récupérer des points de vie comme sur ordinateur ! Tous les deux se lancent alors dans une étude du LASER de façon à bien comprendre et contrôler les risques du LASER GAME et comprendre comment un adversaire peut être discerné d'un coéquipier pour compter les points, même s'ils sont certains de savoir très bien viser !

A quelles conclusions seriez-vous arrivés en suivant les mêmes étapes de recherches ?

Documents :

Einstein a montré en 1917 que, si un atome est déjà dans un état excité, le photon incident ne peut être absorbé mais provoque la désexcitation de l'atome avec émission d'un photon de même énergie qui a les propriétés suivantes : le train d'onde associé au photon induit est en phase avec celui du photon incident il est émis dans le même sens et avec la même polarisation. Ceci constitue le phénomène d'émission induite ou **émission stimulée**.

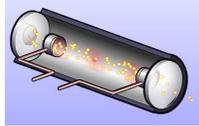
Résultat de physique atomique (Einstein 1917) : « Pour une transition donnée la **probabilité d'émission stimulée** (pour 1 atome dans l'état excité éclairé par 1 photon) **est égale** à la **probabilité d'absorption** (pour 1 atome dans l'état fondamental éclairé par un photon) »

Pour fonctionner correctement un laser doit donc être constitué de trois éléments : un milieu actif dans lequel on réalise l'inversion de population, c'est à dire l'excitation d'une grande partie des atomes, une cavité résonnante qui favorise l'émission induite pour peu que les ondes soient en phase à chaque réflexion, une source d'énergie qui permet l'inversion de population et qui évite les pertes.

Animations interactives : Logiciels réseau > Physique > TPTS > [laser-ONERA.swf](#) et [LASER.htm](#) (source : éduMédia)

Poster LASER : Logiciels réseau > Physique > TPTS > [posterLASER.pdf](#)

1. Comment obtenir la lumière LASER ?



1.1. Description du LASER

➤ A l'aide des documents, des animations et du poster LASER, définir les points suivants :

- acronyme : LASER
- monochromaticité
- directivité
- cohérence

1.2. L'histoire du LASER

➤ Compléter la frise mettant en évidence les découvertes successives et les applications.

1.3. Emission stimulée et effet LASER

➤ Lancer l'animation interactive [Lasers_fr.jar](#) (logiciels réseau > Physique > TPTS)

(source : <http://phet.colorado.edu/en/simulation/lasers>)

Paramétrage de l'animation : sélectionner l'onglet « un atome, absorption ou émission ».

! Ne travailler qu'avec deux niveaux d'énergie et ne pas activer les miroirs.

➤ Modifier notamment :

- le flux de photons incidents
- la durée de vie de l'état excité
- la longueur d'onde des photons
- la hauteur du niveau d'énergie 2 de l'atome.

➤ Préciser les conditions pour que l'atome soit le siège d'un phénomène d'absorption, d'émission ou d'émission stimulée ?

➤ Quelles sont les caractéristiques des photons émis lors d'une émission stimulée ?

➤ Schématiser l'émission stimulée sur le modèle des transitions représentées sur la feuille bilan.

➤ Préciser les paramètres favorisant l'émission stimulée ?

1.4. Effet LASER

1.4.1. Réalisation de l'inversion de population par pompage

Paramétrage de l'animation : sélectionner « plusieurs atomes (effet LASER) » ; ne pas introduire les miroirs.

! Ne pas montrer les photons émis de plus hauts niveaux d'énergie.
Choisir les modes « photons » ou « cible » pour la vue lampe et « photons » pour la transition basse.

➤ Commencer en utilisant deux niveaux d'énergie puis ajouter ensuite un troisième niveau d'énergie.

➤ Préciser les conditions pour qu'une inversion de population soit possible à un niveau d'énergie donné

➤ Justifier l'impossibilité d'une inversion de population pour un système à deux niveaux.

1.4.2. Mise en place de la cavité Laser

➤ Ajouter les miroirs.

Réaliser un LASER fonctionnel émettant dans le rouge avec une réflectivité du miroir à 90%.

➤ Appeler le professeur pour vérifier le fonctionnement du LASER ou obtenir son aide.

➤ Réaliser un LASER fonctionnel émettant dans le bleu.

➤ A quelle condition peut-on réaliser un pompage optique ?

➤ Légèrer les transitions décrivant le principe du LASER sur la feuille bilan.

1.4.3. Exemple du LASER He-Ne

L'un des LASER les plus répandu est le LASER hélium-néon. Le principe de son fonctionnement est expliqué succinctement à

l'adresse suivante : <http://guide.ceit.metu.edu.tr/thinkquest/laser-c3.htm>.

➤ Sur combien de niveau d'énergie le principe du LASER He-Ne repose-t-il ?

➤ A quoi est due l'excitation des atomes de néon ?

➤ Pour quelle transition y a-t-il effet LASER ?

➤ Calculer la fréquence des photons émis ? Retrouver la valeur de la longueur d'onde du LASER He-Ne.

Données : constante de Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s – célérité de la lumière $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹

2. Le laser game est-il dangereux pour les yeux ?

Réponse trouvée sur un site de LASER Game : "Evidemment non ! Nos lasers sont de type « classe 2 » et développent une puissance inférieure à 1 milliwatt. Et surtout, ils n'émettent pas en continu, même en mode rafale."



➤ Commenter la réponse donnée par le site de jeu à l'aide du document à l'adresse :

http://www.optique-ingenieur.org/fr/cours/OPI_fr_M01_C02/co/Contenu_08.html

➤ De quoi dépendent les risques liés à l'exposition à une lumière LASER ?