

La Simulation De la Fusion

Partie d'une série d'activités dans la physique de fusion
de plasma pour accompagner la diagraphie:
*La Fusion: Physique d'une source d'énergie
fondamentale*

Robert Reiland, Shady Side Academy, Pittsburgh, PA

Président, le Comité de développement d'activités de plasma du
Projet Contemporain d'Education de Physique (CPEP)

Aidé éditoriale: G. Samuel Lightner, Westminster College, New Wilmington, PA et Vice-
Président de Division de Plasma/Fusion de CPEP

Conseil et aide: T. P. Zaleskiewicz, University of Pittsburgh at Greensburg, Greensburg, PA et
Président de CPEP

Le contrat a préparé avec l'appui du Ministère de l'Energie, Bureau des Sciences d'Energie de
Fusion #DE-AC02-76CH03073.

©2002 Projet Contemporain D'Éducation De Physique (CPEP)

Préface

Dans cette activité est prévue pour l'usage le lycée et les cours d'introduction d'université de compléter les matières sur le Diagramme d'Enseignement, *La Fusion: Physique d'une source d'énergie fondamentale*, produite par le Projet Contemporain d'Education de Physique (CPEP). De CPEP est une organisation à but non lucratif des professeurs, des éducateurs, et des physiciens qui développe des matériaux liés à la compréhension courante de la nature la matière et l'énergie, incorporant les résultats principaux des dernières trois décennies. CPEP commandite également beaucoup d'ateliers pour des professeurs. Voyez le homepage www.CPEPweb.org pour plus d'information sur CPEP, ses projets et le matériel didactique disponible.

Ce paquet d'activité comprend l'activité d'étudiant suivie des notes pour le professeur. Les Notes pour des Professeurs incluent l'information de fond, l'information d'équipement, se sont attendues des résultats, et à des réponses aux questions qui sont posées dans l'activité d'étudiant. Une annexe aux Notes pour des Professeurs montre l'alignement de l'activité avec les normes nationales de la Science et avec les repères d'AAAS. L'activité d'étudiant est d'un seul bloc de sorte qu'elle puisse être copiée et distribuée aux étudiants. La page et la figure nombres dans les Notes pour des Professeurs sont marquées avec un préfixe de T, alors qu'il n'y a aucun préfixe dans l'activité d'étudiant.

Développé en même temps que le Laboratoire de Physique des Plasmas de Princeton et placé par le Bureau des Sciences d'Energie de Fusion, le Ministère de l'Energie des ETATS-UNIS, cette activité a été champ examiné aux ateliers avec des professeurs de lycée et d'université. Nous voudrions la rétroaction sur cette activité. Veuillez envoyer tous les commentaires à:

Robert Reiland
Shady Side Academy
423 Fox Chapel Road
Pittsburgh, PA 15238

e-mail: robreiland1@comcast.net
audio-messagerie: 412-968-3049

La Simulation De la Fusion

Partie d'une série d'activités dans la physique de fusion de plasma pour accompagner la fusion de diagramme: *La Fusion: Physique d'une source d'énergie fondamentale.*

Dans cette activité vous simulerez la fusion nucléaire, se joindre ensemble de deux noyaux pour former un nouveau noyau, et étudiez comment la fusion dépend d'un certain nombre de différentes variables. Cette simulation emploiera un modèle physique pour produire des données analogues aux événements qui se produisent dans un vrai réacteur à fusion.

Fond Général:

Pour les noyaux particuliers dans une certaine quantité de temps le nombre de réactions de fusion (symbolisées en tant que "N") que celui-là obtient dans un réacteur dépend du taux auquel la fusion se produit, qui dépend alternativement du taux auquel les noyaux se heurtent ou viennent assez étroitement pour que la fusion ait lieu. Il dépend également là d'être assez d'énergie cinétique à avoir comme conséquence les noyaux venant assez étroitement ensemble malgré les forces électriques repulsive entre les noyaux positifs. À températures élevées nécessaires pour réaliser l'énergie cinétique exigée, un plasma forme. Un plasma se compose des particules chargées librement mobiles, dans ce cas-ci les noyaux..

Tout le nombre de collisions dépend en partie du temps l'où le plasma est assez chaud pour que les collisions aient lieu. Représentez le temps avec le symbole " τ ." Le taux de collisions dépend également de combien de noyaux là sont en volume donné. C'est la densité de particules. Représentez la densité de particules avec le symbole "n."

Le taux de collisions devrait dépendre de la façon dont rapidement les noyaux se déplacent. Cependant, dans une vraie expérience nous can?t mesurons des vitesses de différents noyaux. Au lieu de cela nous avons besoin d'une variable qui se relie au plasma dans l'ensemble que dépend de la vitesse et est mesurable. Cette variable est la température. Représentez la température avec le symbole "T."

Votre tâche primaire dans l'activité suivante est de développer et employer un modèle à commande manuelle des noyaux se heurtants pour déterminer expérimentalement comment le nombre de fusions dans un réacteur à fusion dépendent du temps d'interaction, du τ , et de la concentration de particules, n, à une température particulière. Vous modélerez des particules avec des dessus de bouteille (avec le Velcro la bande a attaché) et les confinerez une boîte ou sac. Puisque la température est liée à la vitesse des particules, vous simulerez la température par la façon dont rapidement vous secouez votre système des particules (dessus de bouteille).

Matériaux:

Une boîte ou un sac fermable pour simuler un réacteur à fusion et deux tailles de bouteille complète pour simuler deux types différents de noyaux. Les dessus de bouteille devraient avoir une bande de Velcro attachée à un côté

Procédures:

1. Vous ne pourrez pas modeler la température très quantitativement, mais afin de garder la température simulée d'être une variable involontaire, il sera important de commander la température simulée par la pratique secouant le système à un taux presque constant, à maintes reprises, jusqu'à ce que vous puissiez faire tellement plus d'une fois.

Commencez par environ 50 de chaque type de noyau dans votre réacteur et secouez doucement pendant 10 secondes. Ouvrez le réacteur, et comptez lesquels des noyaux ont fusionné. Comptez chaque combinaison en tant qu'une fusion.

Après la séparation des noyaux qui ont fondu et les remplaçant dans la boîte ou le sac, répétez ceci plusieurs fois d'obtenir un sens de la façon dont qu'on peut répéter les résultats sont. Continuez à faire ceci jusqu'à ce que vous soyez satisfaits de la répétabilité des résultats.

2. Changez le temps de secousse, τ , tout en tenant secouer la constante de vigueur et de densité de particules. Vous pourriez employer des périodes en plus du 10s que vous avez déjà fait, comme les 20s, 30s, 40s, 50s et 60s. Faites chacune de ces au moins trois périodes d'obtenir une bonne moyenne.

3. Faites un graphique qui montre le nombre de fusions, N , contre τ .
4. Pour changer la concentration de particules, n , augmentent ou diminuent le nombre d'un des types de noyaux. Par exemple, si vous employiez 50 de chaque type au commencement, gardez un à 50, et changez l'autre à 25, puis à 75 et puis à 100. Gardez le temps les mêmes, employez 10 s pour chaque épreuve, secouant de la manière que vous avez trouvée plus facile à se reproduire dans les épreuves précédentes (vous emploieriez vos données pour 10 s

et $n = 50$ de la première partie en tant qu'un de vos points de repères pour la présente partie). Faites ceci au moins trois fois pour chaque concentration et trouvez une moyenne.

5. Faites un graphique qui montre le nombre de fusions, N , contre n .
6. Vous devriez maintenant avoir deux graphiques qui relient le nombre de fusions à d'autres variables. Dans le graphique montré dans la section la "Réalisation de la Fusion Conditionne" le ce vous verra au juste du fond de la fusion de diagramme *La Fusion: Physique d'une source d'énergie fondamentale*, notent que le produit de n et de t est tracé contre T . Puisque vous n'avez pas changé T , regardez une valeur de T qui est sous l'ovale pour "la fusion soutenue." Les réacteurs à fusion seront réussis si le nombre de fusions, N , est assez grand.

Vos rapports entre N et τ et entre N et n sont-ils conformés au graphique du NT contre T ? (c'est-à-dire, fait le graphique de diagramme indiquent que le nombre de fusions dépendrait de n et de τ la manière votre expérience ?)

Dans le graphique du $n\tau$ contre T , pour une gamme des températures moins de de 10^8 K environ à 4×10^8 K, le $n\tau$ de produit a dû réaliser des baisses réussies d'opération de réacteur (le fond de l'ovale obtient plus bas).

Ceci suggère quelque chose au sujet de l'effet d'augmenter la température dans cette gamme sur l'accomplissement de l'opération réussie de réacteur? Qu'est-ce que c'est?

Au delà d'une certaine température, environ 4×10^8 K, le NT de produit ont dû réaliser des augmentations réussies d'opération de réacteur (le fond de l'ovale obtient plus haut).

Ceci suggère quelque chose au sujet de l'effet d'augmenter la température dans cette gamme sur l'accomplissement de l'opération réussie de réacteur? Qu'est-ce que c'est?

Votre résultat final peut être trouvé en combinant les deux proportionnalités. Demandez à votre professeur l'aide avec ceci.

Questions:

1. Discutez les manières dont votre modèle de système ressemble à un vrai réacteur à fusion.

2. Discutez les manières dont votre modèle de système n'a pas agi comme un vrai réacteur à fusion.

Activité Facultative:

Vous avez probablement pensé que le taux de fusion devrait dépendre de la température, et que c'est ainsi est montré dans le graphique "coefficients de taux de fusion" sur votre diagramme. Dans l'activité vous vous avez fait n'avez pas été invités à employer votre modèle de dessus de bouteille pour découvrir comment le taux de réaction de fusion dépend de la température. C'est le sujet de cette activité additionnelle.

Procedures:

1. (Considérez qu'il est identique que #1 dans l'activité originale. Vous pouvez employer les résultats que vous avez obtenus si vous ne voulez pas répéter ceci.) Vous devez commencer par environ 50 de chaque type de noyau dans votre réacteur et doucement secouer pendant 10

secondes. Ouvrez le réacteur, et comptez lesquels des noyaux ont fusionné. Comptez chaque combinaison en tant qu'une fusion.

Après la séparation des noyaux qui ont fondu et après que vous les remplacez dans la boîte ou mettez en sac, répétez ceci plusieurs fois de voir comment qu'on peut répéter les résultats sont. Faites ceci jusqu'à ce que vous soyez satisfaits de combien de fois vous pouvez répéter les résultats.

2. Encore, séparez les noyaux, remplacez-les, et répétez le processus avec une secousse plus vigoureuse pour représenter deux fois la température du premier ensemble d'épreuves. Si vous voulez obtenir près de doubler T, essayez pour voir ce qui augmentera la vitesse environ de 40%. Encore, les résultats record de chaque épreuve et calculent une moyenne.

3. Répétez le processus une ou plusieurs fois avec la secousse très vigoureuse. Pour ceux qui pensent qu'ils peuvent faire ceci, l'essai pour des particules plus rapides de 70% pendant 3 fois le T original et deux fois la vitesse pendant 4 fois le T original. Enregistrez les résultats.

4. Faites un graphique montrant le nombre de fusions, N, contre τ .

5. À partir de vos trois graphiques (deux de l'activité précédente) du nombre de fusions contre les variables τ , n et T déterminent trois proportionnalités et emploient ces derniers avec les conseils de votre professeur pour déterminer comment le nombre de fusions dépend de τ , de n et de T en association.

