

Physique 30

Questions rendues publiques

Matériel rendu public 2011



Government
of Alberta ■

Alberta ■

Freedom To Create. Spirit To Achieve.

Pour obtenir plus de renseignements, veuillez communiquer avec

Laura Pankratz, Assessment Standards Team Leader, à
Laura.Pankratz@gov.ab.ca,

Brenda Elder, Examiner, à
Brenda.Elder@gov.ab.ca, ou

Tim Coates, Director of Diploma Examinations, à
Tim.Coates@gov.ab.ca, ou

Assessment Sector, en composant le (780) 427-0010.
Pour appeler sans frais de l'extérieur d'Edmonton, composez d'abord le 310-0000.

Vous pouvez consulter le [site Web de Alberta Education](http://education.alberta.ca), à education.alberta.ca.

Ce document est conforme à la nouvelle orthographe.



Dans ce document, le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et dans le seul but d'alléger le texte.

© 2011, la Couronne du chef de l'Alberta représentée par le ministre de l'Éducation, Alberta Education, Assessment Sector, 44 Capital Boulevard, 10044 108 Street NW, Edmonton, Alberta T5J 5E6, et les détenteurs de licence. Tous droits réservés.

Le détenteur des droits d'auteur **autorise seulement les éducateurs de l'Alberta** à reproduire, à des fins éducatives et non lucratives, les parties de ce document qui **ne contiennent pas** d'extraits.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Attentes en matière de rendement | 1 |
| Questions à correction mécanographique rendues publiques | 3 |
| Aperçu des questions rendues publiques pour Physique 30, 2011-2012 | 3 |
| Laboratoire de diffraction et d'interférence | 4 |
| Standard acceptable | 4 |
| Standard d'excellence..... | 7 |
| Questions d'exploration spatiale..... | 10 |
| Rétroaction par les pairs — Exploration spatiale — Réponse écrite 1 | 11 |
| Rétroaction par les pairs — Exploration spatiale — Réponse écrite 2..... | 14 |
| Question d'évaluation sommative..... | 16 |
| Question sur l'évolution des modèles atomiques | 20 |
| Rétroaction par les pairs — Évolution des modèles atomiques | 21 |
| Physique 20, question relative à l'orbite de la Lune | 23 |
| Rétroaction par les pairs — Orbite de la Lune | 25 |

Attentes en matière de rendement

Les attentes en matière de rendement pour Physique 30 sont publiées dans le bulletin d'information de physique. Le tableau ci-dessous est tiré du Bulletin d'information de Physique 30, 2011 que l'on peut consulter sur le site education.alberta.ca, en suivant le chemin d'accès suivant : Français > Personnel enseignant > (Bulletins d'information) Examens en vue du diplôme > Physique 30. Il montre la façon dont différents verbes correspondent à différentes tâches cognitives. Les verbes y sont regroupés en quatre catégories : connaissances (C), compréhension et application (C/A), activités mentales supérieures (AMS), et attitudes et habiletés.

| Objectifs cognitifs | | |
|---|--|---|
| Connaissances | Compréhension et application | Activités mentales supérieures |
| Choisir, classer, définir, décrire, identifier, faire une liste, légènder, associer, nommer, présenter brièvement, prédire*, se rappeler, sélectionner, énoncer, quoi, quand, qui | Appliquer, analyser, calculer, changer, comparer*, contraster, déterminer, estimer (interpoler ou extrapoler), expliquer*, généraliser, interpréter*, inférer, faire des liens, traduire, résoudre | Évaluer, comparer*, différencier, compiler, composer, conclure, créer, défendre, évaluer, expliquer*, interpréter*, juger, justifier, organiser, planifier, résumer |
| Utiliser des méthodes mémorisées ou algorithmiques pour résoudre des problèmes | Concevoir une procédure pour faire une expérience connue | Transférer des méthodes d'un secteur à un autre Utiliser des méthodes généralisées pour résoudre des problèmes Concevoir une nouvelle procédure pour faire une expérience non familière |
| Attitudes et habiletés | | |
| Apprécier, recueillir, effectuer, développer, rassembler, mesurer, observer, entrer des données, collaborer | | |

*Ces verbes sont ambigus parce qu'ils ont plusieurs sens. Les objectifs cognitifs sont communiqués dans les différents contextes. S'il s'agit d'un contexte très familier, l'objectif est lié aux connaissances ou à la compréhension et à l'application. Si le contexte n'est pas familier, l'objectif est lié à la compréhension et à l'application ou aux activités mentales supérieures.

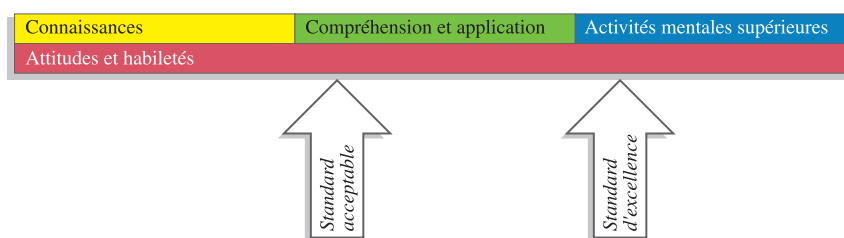
Standard acceptable

Les élèves qui atteignent le standard acceptable en Physique 30 obtiennent une note finale de 50 % ou plus. Les élèves qui obtiennent le standard acceptable ont acquis de **nouvelles compétences** et de **nouvelles connaissances** en physique, mais ils connaîtront peut-être des difficultés s'ils s'inscrivent à des cours postsecondaires en physique. Ces élèves sont en mesure de **définir** les expressions importantes en physique, dont les suivantes : quantité scalaire; vecteur; quantité de mouvement; force; champ; transfert de charge par conduction ou induction; réfraction; diffraction; interférence; effet photoélectrique, effet Compton, équivalence matière-énergie; nucléons; noyau; désintégration, demi-vie; et états énergiques stables. Ces élèves sont capables d'**énoncer des formules qui figurent** sur la feuille d'équation et de les **appliquer** : quantité de mouvement d'un seul objet; analyse linéaire de la quantité de mouvement; force électrique; champ électrique; force de déviation magnétique; force motrice; angle de réfraction, indice de réfraction; distance focale; grossissement; énergie photon; travail d'extraction; masse restante (activité ou pourcentage) d'un radionucléide, et changement d'énergie reliée à l'émission ou l'absorption de photons. Ils y parviennent dans des situations dans lesquelles ils doivent classer une **quantité limitée**

d'information. Leurs habiletés en laboratoire se limitent à **suivre des directives explicites** et à **utiliser** des données de laboratoire pour **vérifier** des données **connues en physique**. Ces élèves sont capables d'**identifier** les variables manipulées et répondantes, mais sont incapables d'identifier les variables contrôlées pertinentes. Ils sont capables de **faire un lien entre la forme d'un graphique** et des relations **mémorisées**, mais leur **analyse** de graphiques se **limite à des données linéaires**. Ils ont tendance à utiliser des **méthodes propres à chaque question** pour résoudre les problèmes et ils appliquent rarement les grands concepts de la physique tels que les lois de la conservation, les forces équilibrées ou non équilibrées et le type de mouvement. Pour expliquer les rapports entre les sciences, la technologie, et la société, ces élèves ont tendance à utiliser des **exemples tirés** des manuels. Ils ont de la difficulté à transposer la physique à des scénarios pratiques qui dépassent le cadre de la salle de classe.

Standard d'excellence

Les élèves qui atteignent le standard d'excellence en Physique 30 obtiennent une note finale de 80 % ou plus. Ils ont démontré leurs **aptitudes** et leur **intérêt** en mathématiques et en physique et **sont surs** de leurs habiletés scientifiques. Ces élèves devraient avoir peu de difficultés dans des programmes postsecondaires en physique et on devrait les encourager à choisir des carrières dans lesquelles ils utiliseront leurs aptitudes en physique. Les élèves qui atteignent le standard d'excellence font preuve de **souplesse** et de **créativité** dans la résolution de problèmes. Les petits changements dans la présentation des problèmes ne leur créent pas de grandes difficultés. Ils sont capables d'**analyser** des situations qui impliquent des vecteurs bidimensionnels, le mouvement d'une charge initialement perpendiculaire à un champ électrique externe, le mouvement d'une charge perpendiculaire à un champ magnétique externe, les valeurs énergétiques supérieures ou inférieures à des valeurs données à partir des caractéristiques du photon, etc. Ils cherchent des **méthodes générales** et n'ont **pas peur** d'**utiliser les concepts de physique** pour résoudre les problèmes. En laboratoire, les élèves qui atteignent le standard d'excellence se débrouillent bien avec des **données imparfaites** ou avec des **directives incomplètes**. Ces élèves sont capables de **faire correspondre** clairement des représentations graphiques à des **modèles mathématiques** et à des **équations physiques**. Ils sont capables de **transposer** leurs connaissances d'un domaine de la physique à un autre et formulent leurs réponses en termes **clairs** et **précis**. Ces élèves sont en mesure d'**appliquer** la logique des causes et des effets à **diverses situations**, que ce soit algébriquement, expérimentalement ou autrement. De plus, ils peuvent **transposer** leur compréhension de la physique à des situations réelles qui supposent des applications et des implications technologiques **qui dépassent le cadre de la salle de classe**.



Conclusion : les élèves qui fonctionnent la plupart du temps uniquement au niveau **connaissances** n'atteindront le standard acceptable (50 %) ni en Physique 20 ni en Physique 30. Les élèves qui fonctionnent uniquement au niveau **compréhension et application** n'atteindront pas le standard d'excellence (80 %). L'un des objectifs des questions rendues publiques consiste à aider les élèves et les enseignants à comprendre le niveau de fonctionnement dont un élève fait preuve et à aider les élèves à atteindre un niveau supérieur si telle est leur volonté.

Pour obtenir des exemples de questions à correction mécanographique illustrant les différents standards, consulter le *Bulletin d'information de Physique 30, 2011*.

Questions à correction mécanographique rendues publiques

L'Assessment Sector a rendu publiques plusieurs questions à correction mécanographique qui évaluent la partie de Physique 30 du programme d'études de Physique 20–30, 2007. Ces questions se trouvent sur la plateforme [QuestA+](https://questaplus.alberta.ca/), à <https://questaplus.alberta.ca/>, dans la section des modèles de tests.

Aperçu des questions rendues publiques pour Physique 30, 2011-2012

En 2010, Alberta Education a publié *Évaluation formative – Questions rendues publiques pour Physique 30*. Cette année, les questions rendues publiques pour Physique 30 contiennent deux versions d'une activité de laboratoire pour illustrer une activité établie au standard acceptable et une activité établie au standard d'excellence. Vous trouverez ensuite un ensemble d'activités qui comprend des adaptations en activités d'évaluation formative de deux anciennes questions à réponse écrite, puis un exemple de question à réponse écrite d'évaluation sommative avec une réponse-type et un guide de notation holistique. Le tout est suivi d'une évaluation formative indépendante et d'une rétroaction par les pairs explorant l'évolution du modèle de l'atome. Le dernier élément présente la façon dont on peut appliquer ces pratiques en matière d'évaluation aux résultats d'apprentissage de Physique 20.

Laboratoire de diffraction et d'interférence

Standard acceptable

Liens avec le programme d'études

Physique 30 C1.10c L'élève doit pouvoir **résoudre** des problèmes de double fente et de réseau de diffraction en utilisant

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{n}, \lambda = \frac{xd}{nl}$$

Physique 30 C1.2h L'élève doit pouvoir **mener** des recherches sur des rapports entre des variables observables et **utiliser** un éventail d'outils et de techniques pour **recueillir** et **enregistrer** des données et de l'information

Physique 30 C1.3h L'élève doit pouvoir **analyser** des données et **appliquer** des modèles conceptuels et mathématiques pour **élaborer** et **évaluer** des solutions possibles

Objet

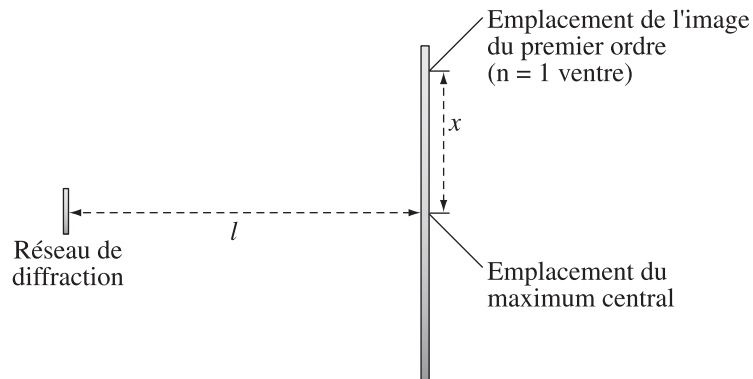
Cette recherche a pour objet de vérifier que l'équation $\lambda = \frac{d \sin \theta}{n}$ offre une meilleure prédiction pour la longueur d'onde de la lumière que $\lambda = \frac{xd}{nl}$ lorsque l'angle θ est supérieur à 10° ou que x est bien plus grand que l .

Matériel

- 1 laser
- écran
- règle d'un mètre
- appareil à double fente avec différentes distances entre les fentes
- un morceau de CD dont les étiquettes en plastique ont été enlevées
- un morceau de DVD dont les étiquettes en plastique ont été enlevées
- un morceau de disque Blu-ray dont les étiquettes en plastique ont été enlevées

Procédure

1. Notez la longueur d'onde de la lumière émise par le laser.
2. Placez le laser et un appareil à double fente ainsi que l'écran, comme indiqué ci-dessous.



3. Mesurez la distance de l'appareil à double fente à l'écran et notez cette valeur.
4. Notez la distance entre les fentes, d .
5. Mesurez la distance du maximum central au maximum du premier ordre de chaque côté. Notez ces valeurs puis calculez et notez la moyenne des valeurs.
6. Répétez les étapes 2 à 4 pour plusieurs appareils à double fente différents.
7. Répétez les étapes 2 à 4 pour le CD, le DVD et le disque Blu-ray.

Observations

Longueur d'onde du laser _____

| Observations | | | | | Analyse | | |
|---|---------------------------------------|---|-----------------|----------------|--|--------------------------|-----------------------------------|
| Distance de la double fente à l'écran, l () | Distance entre les fentes, d () | Distance du MC au maximum du premier ordre, x | | | Angle en fonction de la moyenne x () | $\lambda = xd/nl$ () | $\lambda = d \sin\theta/n$ () |
| | | À droite () | À gauche () | Moyenne () | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | CD = | | | | | | |
| | DVD = | | | | | | |
| | Blu-ray = | | | | | | |

Analyse

1. Calculez l'angle au maximum du premier ordre pour chaque distance entre les fentes.
2. Calculez la longueur d'onde à l'aide de $\lambda = xd/nl$.
3. Calculez la longueur d'onde à l'aide de $\lambda = d \sin\theta/n$.

Conclusions

1. Identifiez les conditions dans lesquelles chacune des équations qui représentent la diffraction et l'interférence de la lumière sont de bons modèles.
2. Expliquez pourquoi il y a deux modèles.

Activités supplémentaires

1. Concevez une expérience qui permet de mesurer θ au lieu de x . De quelle façon serait-elle une meilleure recherche? De quelle façon serait-elle une moins bonne recherche?
2. Dérivez $\lambda = d \sin\theta/n$ de $\lambda = xd/nl$ à l'aide de la trigonométrie et de l'interférence des ondes. Prenez des notes quand vous supposez qu'il y a égalité même si l'égalité est seulement approximative.

Standard d'excellence

Problème

Dans la section « Ondes » de votre feuille de données de Physique 30, on donne deux équations qui représentent algébriquement le modèle d'interférence qui se produit à cause de la diffraction de la lumière à travers de multiples ouvertures. Ces équations sont les suivantes :

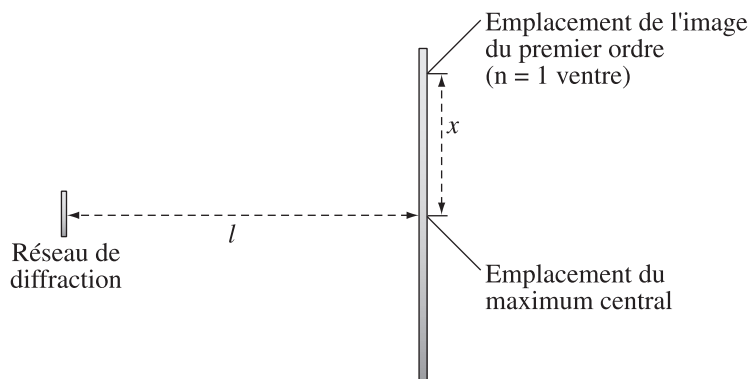
$$\lambda = \frac{xd}{nl} \text{ et } \lambda = \frac{d \sin \theta}{n}$$

Laquelle des deux équations représente **le mieux** le modèle d'interférence créé quand la lumière traverse un réseau de diffraction?

Projet expérimental

Une source de lumière (laser ou raie spectrale) possédant une valeur de longueur d'onde connue produit un modèle d'interférence lorsqu'on l'observe à travers un réseau de diffraction. Mesurez la distance entre le ventre central et chacun des ventres visibles ainsi que la distance entre le réseau de diffraction et l'emplacement de l'« écran ». À l'aide de ces valeurs mesurées, vous êtes en mesure de calculer une valeur expérimentale pour l'espacement entre les sources de chacun des réseaux qui vous ont été fournis. La validité de chacun des modèles algébriques est déterminée en comparant la valeur calculée à la valeur acceptée.

Vue d'en haut de l'expérience



L'espacement est de $1,82 \times 10^{-6}$ m pour un réseau de laboratoire standard, de $1,5 \times 10^{-6}$ m pour un CD et de $7,4 \times 10^{-7}$ m pour un DVD standard.

Données et analyse

Présentez vos données et leur analyse de façon propre et organisée.

Évaluation

Commentez la validité de chacun des modèles algébriques. Dans vos commentaires, répondez aux questions suivantes :

1. Pourquoi est-il important d'utiliser des ventres de chaque côté du maximum central lorsqu'on détermine une valeur expérimentale pour la longueur d'onde de la lumière observée?
2. Y a-t-il des conditions dans lesquelles l'utilisation de l'un ou l'autre des deux modèles algébriques ferait peu ou pas de différence? Justifiez votre réponse.

Suggestion de mise en œuvre des documents de rétroaction par les pairs

Jour 1 (20 minutes)

Distribuez aux élèves la question et la feuille de rétroaction par les pairs, en même temps.

Pour les questions théoriques (c'est-à-dire non reliées aux habiletés), demandez aux élèves de lire la question et de parler du niveau nécessaire du champ d'application des verbes en caractère gras. Demandez ensuite aux élèves de consulter la feuille de rétroaction par les pairs. Dans la section centrale de la feuille, il y a des barres horizontales qui indiquent une représentation graphique du niveau de champ d'application attendu. On peut retrouver un bref aperçu des différents verbes et de leurs attentes cognitives respectives un peu plus loin dans cette introduction.

Pour les questions portant sur les habiletés, la feuille de rétroaction par les pairs contient des cases qui peuvent être cochées par l'évaluateur par les pairs pour indiquer une bonne réponse, une réponse avec des erreurs ou une absence de réponse. Cette approche reflète de plus près la nature des questions portant sur les habiletés : le répondeur possède les habiletés ou ne les possède pas. Il existe donc une plus petite marge de manœuvre quant à l'interprétation. De plus, on s'attend à obtenir une réponse complètement correcte puisqu'il est possible d'en fournir une.

Jour 2 (20 minutes, hors classe)

Les élèves, individuellement ou en groupes, préparent une réponse à la question.

Jour 3 (20 minutes)

Les élèves de la classe s'échangent leurs réponses pour recevoir la rétroaction des autres : les « élèves-évaluateurs » doivent remplir la feuille de rétroaction par les pairs et y inclure des commentaires indiquant où la réponse n'est pas satisfaisante ou contient des erreurs. C'est l'étape la plus importante : l'évaluateur par les pairs et le répondeur ont la possibilité d'interagir au sujet du contenu du cours sans note, résultat ni jugement sur le répondeur.

Les feuilles de rétroaction par les pairs sont remises aux élèves. C'est l'occasion de décrire aux élèves les changements devant être faits à leur réponse. Cette étape est essentielle pour les élèves, surtout ceux à faible ou moyen rendement puisque certains pourraient avoir très peu d'expérience du processus où on utilise les critiques constructives pour améliorer leur rendement.

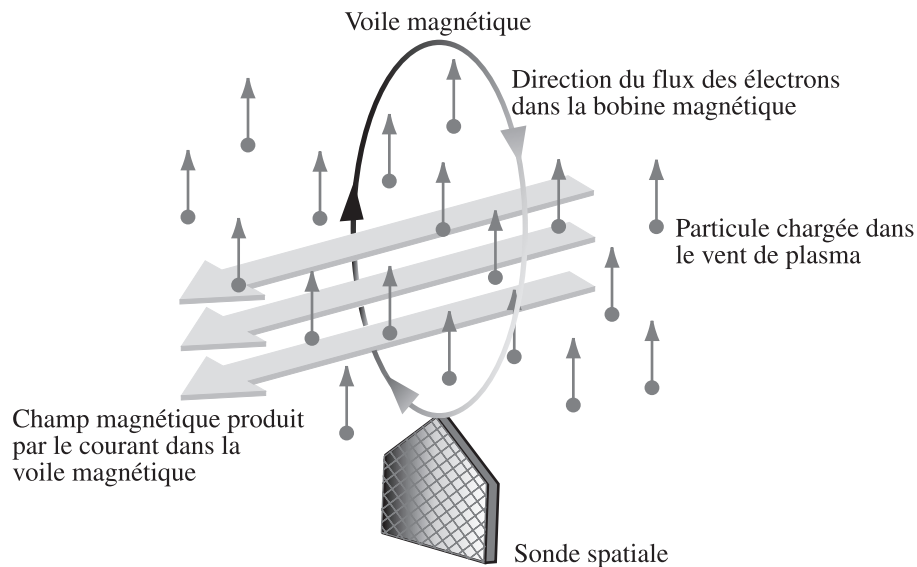
Après que les élèves ont eu le temps de réagir à l'évaluation par leurs pairs, ils peuvent remettre une réponse finale qui sera notée, ou ils peuvent répondre à une question semblable couvrant un contenu similaire en vue d'une évaluation individualisée. Pour assurer la meilleure façon d'attribuer des notes individuelles, on recommande aux enseignants de noter le travail effectué par les élèves sur une base individuelle. Le travail d'équipe et l'évaluation par les pairs sont d'excellentes activités pour la pratique, l'enrichissement et l'apprentissage.

Si vous décidez d'attribuer des notes aux réponses finales des élèves, n'oubliez pas que les élèves qui atteignent le standard d'excellence (80 %) doivent créer de nouveaux liens entre les idées; les élèves qui atteignent le standard acceptable (50 %) ne répondent aux questions que de la façon qui leur a été montrée.

Questions d'exploration spatiale

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

Une voile magnétique est une méthode proposée pour propulser un engin spatial. Une voile magnétique se compose d'une large boucle sous tension faite d'un matériau supraconducteur. Un supraconducteur est un matériau qui a une résistance électrique égale à zéro.



Toutes les étoiles émettent de l'énergie dans leurs vents de plasma : une partie de l'énergie est sous forme de radiation électromagnétique et une partie de l'énergie est sous forme d'énergie cinétique de particules chargées de haute énergie, telles que des protons et des électrons. Le courant dans la voile magnétique induit un champ magnétique qui interagit avec les particules chargées dans le vent de plasma. Cette interaction peut servir à produire une poussée sur la voile.

1. Analysez le fonctionnement d'une voile magnétique. Dans votre réponse,
 - **expliquez** d'où provient l'énergie dans le vent de plasma d'une étoile.
 - **déterminez** la direction de la force de déviation magnétique sur un proton dans le vent de plasma quand il passe par la voile magnétique. **Expliquez** comment vous avez déterminé cette direction.
 - **comparez** la poussée fournie par un proton dans le vent de plasma à celle fournie par un électron dans le même vent. **Appuyez** votre comparaison à l'aide des principes de physique et des équations appropriés et **faites la liste** de toutes les hypothèses que vous formulez.
 - **déterminez** la direction de la force nette sur la voile magnétique. **Expliquez** comment vous avez déterminé cette direction.
 - **évaluez** ce concept pour la propulsion spatiale.

| Liens du programme aux activités liées à cette question | Retour en arrière |
|--|--|
| <p>Expliquez d'où provient l'énergie dans le vent de plasma d'une étoile. (D3.6c)</p> | <p>La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Placez un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse.</p> <p>Expliquez _____ Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> |
| <p>Déterminez la direction de la force de déviation magnétique sur un proton dans le vent de plasma quand il passe par la voile magnétique. Expliquez comment vous avez déterminé cette direction. (B3.5c, B3.2h)</p> | <p>Déterminez _____ Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Expliquez _____</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> |
| <p>Comparez la poussée fournie par un proton dans le vent de plasma à celle fournie par un électron dans le même vent. Appuyez votre comparaison à l'aide des principes de physique et des équations appropriés et faites la liste de toutes les hypothèses que vous formulez. (A1.2c, A1.2h, B3.5c, B3.2h)</p> | <p>Comparez _____ Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Appuyez _____</p> <p>Faites la liste _____</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> |
| <p>Déterminez la direction de la force nette sur la voile magnétique. Expliquez comment vous avez déterminé cette direction. (B3.2h, B3.3h)</p> | <p>Déterminez _____ Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Expliquez _____</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> |
| <p>Évaluez ce concept pour la propulsion spatiale. (ST 1)</p> | <p>Évaluer _____ Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> |

Exemple de réponse

À l'intérieur d'une étoile, la pression gravitationnelle très élevée force les petits noyaux à s'assembler, ce qui les fait fusionner et produit un plus gros noyau. La matière mesurable totale avant et après la fusion n'est pas la même : il y a moins de matière après. Cette matière a été convertie en énergie telle que décrite par la conservation de la masse-énergie. L'énergie est transportée loin de l'étoile sous forme de radiation électromagnétique à travers l'ensemble du spectre, avec un maximum correspondant à la température de l'étoile, et des particules chargées de haute énergie.

Pour déterminer la direction de la force sur un proton, j'utilise ma main droite (pour la charge positive), mes doigts pointent dans la direction du champ magnétique externe (vers la gauche, vers la gauche et sortant de la page), mon pouce indique la direction de la vitesse vectorielle des protons et ma paume pointe dans la direction de la force magnétique de déflexion. Cette orientation révèle que la force magnétique sur un proton dans le vent solaire sort de la page.

À noter : *La règle de la main doit être décrite de façon à ce que n'importe qui puisse l'appliquer pour obtenir la direction de la force. À cause de la projection oblique dans l'illustration, il se peut que la direction réelle de la force soit vers la droite et sortant de la page, mais seulement si le champ magnétique est décrit comme vers la gauche et sortant de la page.*

L'équation qui décrit la force est $F_m = Bv_{\perp}q$. Étant donné que les électrons et les protons possèdent la même charge et se déplacent dans le même champ magnétique, la force s'exerçant sur la voile en réaction à la force agissant sur la particule dépend de la vitesse de la particule. Cette information sous-entend que les vitesses sont les mêmes, donc les forces ont la même magnitude.

Pour déterminer la direction de la force nette sur la voile solaire, je dois penser à toutes les forces qui s'exercent sur la voile. Les forces agissant sur la voile sont des forces de réaction, telles que décrites par la troisième loi de Newton : si un corps A exerce une force sur un corps B, ce dernier exerce une force de réaction égale mais de direction opposée sur le corps A. Tous les protons subissent une force sortant de la page. Ils se combinent pour faire subir à la voile une force entrant dans la page. Les électrons qui se trouvent dans le vent de plasma subissent aussi une force de déflexion. Pour obtenir la direction, je peux utiliser l'idée selon laquelle une charge opposée sera déviée dans la direction opposée, donc les électrons sont déviés vers la page et la force qu'ils font subir à la voile sort de la page.

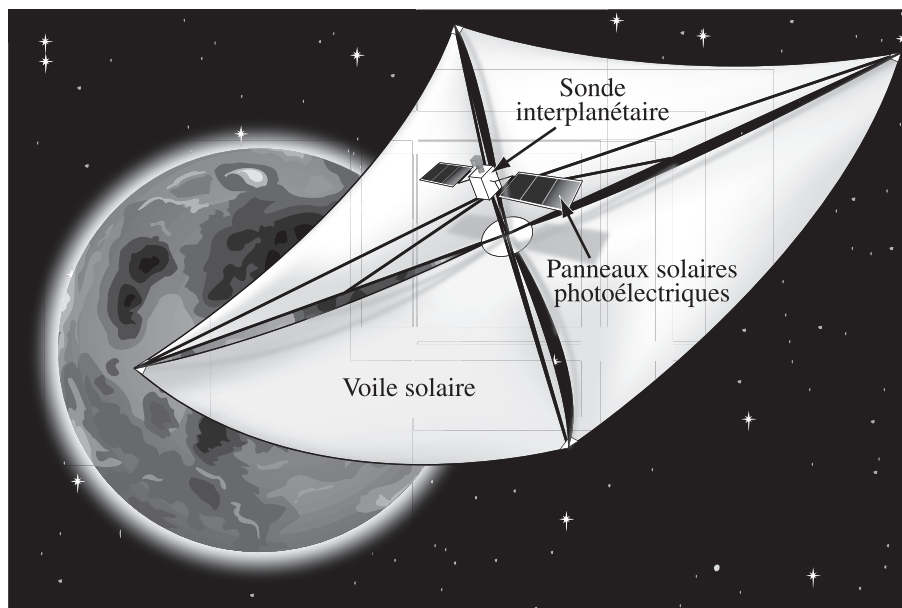
Si l'abondance des particules est semblable, alors la force nette s'exerçant sur la voile est zéro.

Évaluation : d'après les hypothèses formulées, il s'agit d'une mauvaise conception : la force nette est zéro. Néanmoins, si les protons et les électrons ont des vitesses différentes ou si le nombre d'électrons et de protons n'est pas identique, il y aura alors une poussée nette. Il est nécessaire de faire de plus amples recherches avant d'utiliser cette conception.









À noter : *Une évaluation nécessite un énoncé qui a pour but de savoir s'il s'agit d'une bonne ou d'une mauvaise conception (un énoncé de valeur) et des justifications. Les élèves doivent relier de manière explicite la conclusion qu'ils proposent à l'information qui appuie cette conclusion.*

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

Les étoiles, comme notre Soleil, émettent des radiations électromagnétiques dans toutes les régions du spectre. Une sonde interplanétaire peut se servir respectivement de l'énergie et de la quantité de mouvement des photons émis comme source d'électricité et de propulsion.



2. Analysez l'utilisation de la radiation électromagnétique par une sonde solaire pour la production de poussée et d'énergie. Dans votre réponse,
- **comparez** les différentes parties du spectre solaire quant à leur utilité à fournir la propulsion et à activer les panneaux solaires afin de produire de l'électricité. **Justifiez** votre comparaison à l'aide des formules appropriées.
 - **prédisez** l'effet de l'augmentation de la distance du Soleil sur la différence de potentiel électrique et sur le courant produit par les piles photovoltaïques de la sonde au fur et à mesure que celle-ci s'éloigne du Soleil. **Justifiez** votre réponse.
 - **évaluez** quelle conception de voile solaire fournirait la meilleure propulsion : une voile brillante (hautement réfléchissante) ou une voile noire (hautement absorbante).
 - **prédisez** un changement que l'on pourrait apporter à la sonde pour la protéger des dégâts causés par l'exposition aux radiations électromagnétiques du Soleil. **Expliquez** comment ce changement protégerait la sonde.

| Liens du programme aux activités liées à cette question | La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Placez un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse. | Retour en arrière |
|--|---|---|
| <p>Comparez les différentes parties du spectre solaire quant à leur utilité à fournir la propulsion et à activer les panneaux solaires afin de produire de l'électricité. Justifiez votre comparaison à l'aide des formules appropriées (A1.2c, A1.3h, A1.4c, C2.1c, C2.1h, C2.3c, C2.6c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Comparez Justifiez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Prédisez l'effet de l'augmentation de la distance du Soleil sur la différence de potentiel électrique et le courant produit par les piles photovoltaïques de la sonde au fur et à mesure que celle-ci s'éloigne du Soleil. Justifiez votre réponse (A1.2c, A1.3h, A1.4c, C2.1h, C2.3c, C2.6c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Prédisez Justifiez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Évaluez quelle conception de voile solaire fournirait la meilleure propulsion : une voile brillante (hautement réfléchissante) ou une voile noire (hautement absorbante) (A1.2c, A1.3h, A1.4c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Évaluez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Prédisez un changement que l'on pourrait ajouter à la sonde pour la protéger des dégâts causés par l'exposition aux radiations électromagnétiques du Soleil. Expliquez comment ce changement protégerait la sonde (C2.3c, ST 1)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Prédisez Expliquez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |

Exemple de réponse

Les panneaux solaires utilisent l'énergie des photons et l'effet photoélectrique pour produire de l'électricité, ce qui exige que les photons transportent de l'énergie supérieure au travail d'extraction du panneau solaire, $E_{\text{photon}} > W$ (ou une fréquence supérieure au seuil de fréquence, $f > f_0$). Il s'agirait de lumière visible de haute fréquence, d'ultraviolet ou peut-être de rayons X.

La propulsion utilise la quantité de mouvement des photons, $p = \frac{h}{\lambda}$. Les longueurs d'ondes courtes (fréquence plus élevée) transportent une plus grande quantité de mouvement. On veut des rayons X ou des rayons gamma pour une quantité de mouvement élevée.

Lorsque la sonde est proche du Soleil, l'intensité est élevée. S'il y a beaucoup de photons qui frappent les panneaux solaires, cela signifie que de nombreux électrons photoélectriques sont émis, donc qu'il y a un courant élevé. Lorsque la sonde s'éloigne, l'intensité diminue donc le courant est plus petit. Toutefois, comme la fréquence est la même à proximité ou à distance, la différence de potentiel sera la même.

À noter : *Les électrons éjectés n'obéissent pas à l'effet photoélectrique en matière d'énergie, car dans un dispositif photovoltaïque, les électrons restent emprisonnés et traversent simplement l'énergie de bande interdite de la jonction p-n. Par conséquent, les panneaux solaires produisent de l'énergie électrique tant que hf_0 est plus grand que l'énergie de bande interdite.*

Une voile brillante reflèterait les photons d'où ils viennent tandis que la voile noire arrêterait les photons. Le changement de vitesse vectorielle des photons frappant la voile brillante est environ le double de celle des photons frappant la voile noire.

Donc, le changement de quantité de mouvement des photons incidents sur la voile brillante est plus élevé (le double), ce qui fait que la force de poussée sera plus grande. $\Delta p = F\Delta t$ (ou bien la voile noire réémettra l'énergie dans des directions aléatoires de sorte qu'il y aura moins de poussée de propulsion issue de la collision initiale, puis une poussée aléatoire issue des ré-émissions).

Pour protéger la sonde :

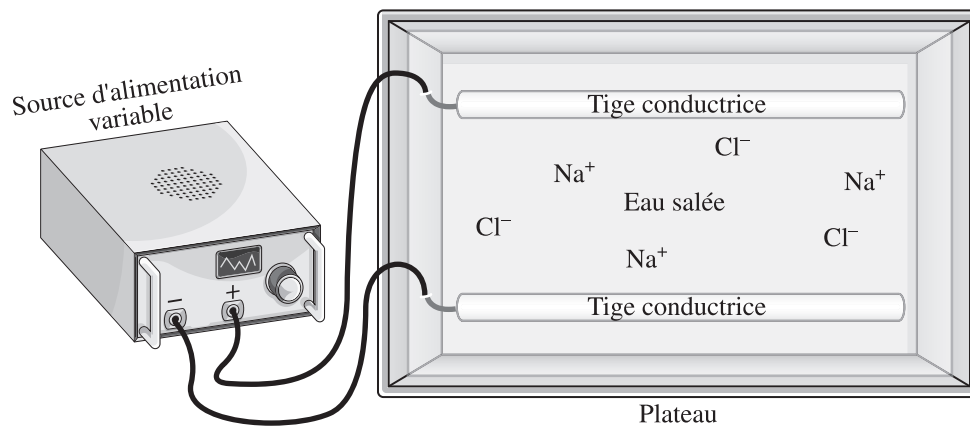
- Installer un bouclier d'isolation thermique pour empêcher la sonde de « cuire »;
- Recouvrir la sonde d'une surface à travail d'extraction élevé pour qu'elle soit moins susceptible d'être chargée électriquement (pour qu'il n'y ait aucune décharge électrique qui endommage les composants électriques);
- Recouvrir la sonde avec un bouclier en plomb pour bloquer les rayons X.

Question d'évaluation sommative

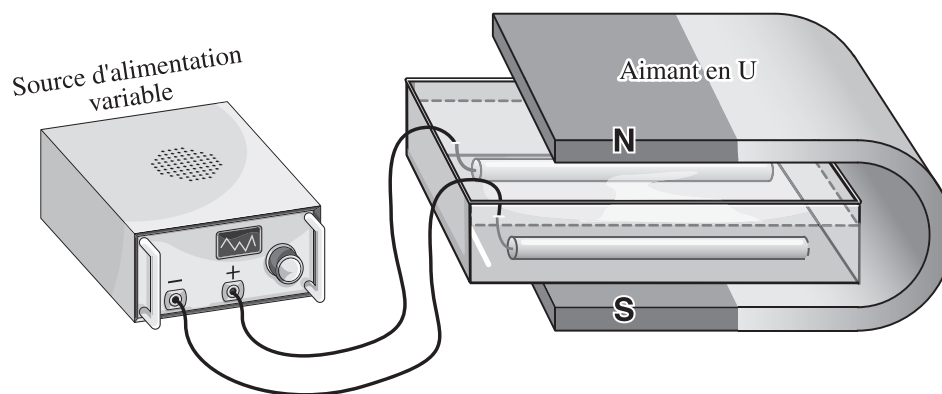
Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

Un groupe d'élèves observe l'effet de champs électrique et magnétique sur des ions se trouvant dans de l'eau salée.

Deux tiges conductrices sont immergées dans un plateau en verre contenant de l'eau salée, comme illustré sur la figure I. L'eau salée contient des ions sodium (Na^+) et des ions chlorure (Cl^-). En raison des forces électriques exercées sur les ions, ceux-ci commencent à accélérer.



On place un puissant aimant en U autour du bac, de sorte que le pôle Nord de l'aimant se trouve au-dessus du bac et le pôle Sud de l'aimant se trouve au-dessous du bac, comme illustré sur la figure II. En raison de ce champ magnétique externe, le mouvement des ions dans l'eau salée change.



Réponse écrite—5 points

3. À l'aide des concepts de champs électriques, de l'effet de champs externes sur des charges mobiles ainsi que des lois de Newton, **analysez** les observations des élèves. Dans votre réponse,

- **dessinez et légendez** une flèche représentant la direction du champ électrique entre les tiges conductrices dans la figure I
- pour un des ions de sodium Na^+ et pour un des ions chlorure Cl^- ,
 - **dessinez et légendez** une flèche indiquant la direction de la force électrostatique sur cet ion, dans la figure I
 - **identifiez** la direction de l'action de la force magnétique sur cet ion, dans la figure II. **Expliquez** comment vous avez déterminé la direction
- **expliquez** comment cette technologie pourrait servir à propulser un navire de haute mer

Les points seront attribués pour les concepts de physique utilisée pour résoudre ce problème et pour l'efficacité de la communication de votre réponse.

Guide de notation holistique

Les attentes en matière de **connaissances**, relatives à cette question, sont

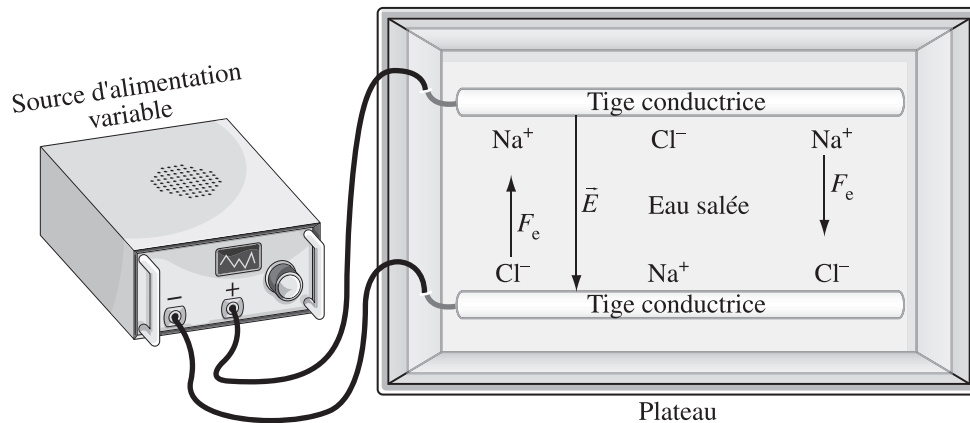
- dessiner et légender la direction du champ électrique
- dessiner et légender la direction des forces électrostatiques
- identifier la direction de la force magnétique exercée sur les ions

L'élève démontre l'**application** en

- expliquant, à l'aide des vecteurs mutuellement perpendiculaires et d'une manière qui peut être appliquée pour toujours produire le même résultat, comment déterminer la direction de la force magnétique
- utilisant les lois de Newton pour expliquer la propulsion d'un navire (troisième loi de Newton pour fournir la propulsion)

| Note | Description |
|----------|---|
| 5 | <p>Une réponse qui recevra une note de 5 a les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'élève présente, en s'appuyant sur les connaissances appropriées, tous les concepts clés de la question. • L'élève applique tous les principes clés de physique dans sa réponse. • La relation entre toutes les idées présentées dans la réponse est explicitement énoncée. • Le lecteur n'a pas de difficulté à suivre la stratégie ou la solution de l'élève. • Les énoncés dans la réponse sont appuyés explicitement. <p>À noter : Il peut y avoir des erreurs mineures ou des omissions mineures dans la réponse</p> |
| 4 | <p>Une réponse qui recevra une note de 4 a les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'élève présente, en s'appuyant sur les connaissances appropriées, tous les concepts clés de la question. • L'élève applique les principes clés de physique dans sa réponse. • La relation entre les idées présentées dans sa réponse est implicite. • Le lecteur a parfois de la difficulté à suivre la stratégie ou la solution de l'élève. • Les énoncés présentés dans la réponse sont appuyés implicitement. <p>À noter : Il peut y avoir des erreurs ou des omissions dans la réponse. <i>La réponse est en grande partie correcte et en grande partie complète et elle contient certains exemples d'application des connaissances en physique.</i></p> |
| 3 | <p>Une réponse qui recevra une note de 3 a les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'élève présente, en s'appuyant sur certaines connaissances appropriées, tous les concepts clés de la question. • L'élève n'applique pas les principes clés de physique dans sa réponse. • Il n'y a pas de relation entre les idées présentées dans sa réponse. • Le lecteur a de la difficulté à suivre la stratégie ou la solution de l'élève. |
| 2 | <p>Une réponse qui recevra une note de 2 a la caractéristique suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'élève présente, en s'appuyant sur les connaissances appropriées, deux des concepts clés de la question. |
| 1 | <p>Une réponse qui recevra une note de 1 a la caractéristique suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'élève présente, en s'appuyant sur les connaissances appropriées, un concept clé de la question. |
| 0 | L'élève présente une solution qui ne répond pas à la question. |

Exemple de réponse



Une règle de la main peut aider à déterminer la direction de la force magnétique exercée sur un ion. Le champ magnétique produit par l'aimant en U va du pôle Nord au pôle Sud (c'est-à-dire, depuis le dessus du plateau jusqu'au dessous du plateau).

À l'aide de la main gauche pour les charges négatives et de la perspective de la figure II, le pouce indique la direction de la vitesse vectorielle de Cl^- , les doigts indiquent la direction du champ magnétique et la paume indique la direction de la force magnétique. La direction de la force magnétique se situe vers le côté droit de la page. À l'aide de la main droite pour les charges positives, Na^+ subit une force magnétique dans la même direction que celle subie par Cl^- .

Pour propulser un navire de haute mer, les tiges seraient fixées au navire, mais elles seraient immergées dans l'eau de mer. Comme chaque ion subit une force magnétique en direction de l'arrière du navire, ce dernier subit une force égale et opposée vers l'avant, tel que décrit par la troisième loi de Newton. La force exercée sur chaque ion individuel est très petite, mais la force accumulée exercée sur de nombreux ions entraîne l'accumulation de forces de réaction agissant sur le navire qui sont assez grandes pour modifier le mouvement du navire.

Question sur l'évolution des modèles atomiques

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.






En 1967, une équipe de physiciens nucléaires du Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) et du Massachusetts Institute of Technology (MIT) a débuté des recherches sur les structures des nucléons (protons et neutrons). Certains des principaux aspects de l'expérience, maintenant connue sous le nom d'« expérience SLAC-MIT », figurent ci-après.

Prédiction : les protons sont « mous », ce qui signifie que lorsque des électrons à haute énergie sont projetés en direction d'un proton, la plupart d'entre eux devraient traverser le proton sans changement de vitesse ou de direction.

Procédure : les électrons ont été accélérés par une haute différence de potentiel, concentrés en un faisceau et projetés à travers de l'hydrogène liquide. Chaque noyau dans l'hydrogène liquide se composait d'un seul proton. Des détecteurs placés autour du réservoir d'hydrogène liquide ont servi à déterminer les endroits où les électrons incidents ont été diffusés.

Observation clé : bien qu'un grand nombre d'électrons hautement énergétiques aient traversé les protons sans changement de vitesse ou de direction, certains électrons ont été déviés selon de grands angles.

4. À l'aide des concepts de l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford, de la relation entre expérience et théorie ainsi que du modèle des quarks de la matière, **comparez** l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford et ses résultats à ceux de l'expérience SLAC-MIT. Dans votre réponse,
- **décrivez** l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford. **Résumez** les conclusions appuyées par l'analyse des observations tirées de l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford.
 - **comparez** l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford à l'expérience SLAC-MIT en fonction des composants importants de l'équipement et des procédures.
 - **prédisez** une caractéristique de la structure interne d'un proton. **Justifiez** votre prédiction à l'aide de l'observation clé de l'expérience SLAC-MIT.

| | | |
|--|--|--|
| <p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Décrivez l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford. Résumez les conclusions appuyées par l'analyse des observations tirées de l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford (D1.4c).</p> | <p>La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Placez un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse.</p> <p>Décrivez  Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Résumez </p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Comparez l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford à l'expérience SLAC-MIT en fonction des composants importants de l'équipement et des procédures (D1.4c, D4.3c)</p> | <p>Comparez  Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Prédisez une caractéristique de la structure interne d'un proton. Justifiez votre prédiction à l'aide de l'observation clé de l'expérience SLAC-MIT (D4.3c)</p> | <p>Prédisez  Justifiez </p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |

Exemple de réponse

Dans l'expérience de diffusion des particules alpha de Rutherford, on a dirigé un faisceau de particules alpha sur une fine feuille d'or. La vaste majorité des particules alpha ont été détectées au verso de la feuille et ont traversé la feuille sans déflexion. Quelques-unes des particules alpha ont été détectées après avoir subi des déflexions d'angles significatifs, allant parfois même jusqu'à 180°.

Dans les deux expériences, on a dirigé un faisceau de particules sur une cible stationnaire. Des détecteurs situés autour de la cible ont servi à déterminer si les particules avaient traversé la cible ou si elles avaient été déviées par la cible.

Dans l'expérience de Rutherford, le faisceau de particules dirigé sur une cible se composait de particules alpha. Dans l'expérience SLAC-MIT, il s'agissait d'électrons. Les cibles dans l'expérience de Rutherford étaient les atomes d'or de la feuille de métal. Dans l'expérience SLAC-MIT, les cibles étaient les atomes d'hydrogène (c'est-à-dire, les protons).

Le modèle des quarks de la matière décrit un proton comme étant constitué de quarks uud. L'idée de structure interne est corroborée par la déflexion des électrons : si les protons avaient une densité uniforme, les électrons traverseraient le proton sans déflexion. Les électrons ont été déviés, il doit donc y avoir une structure interne au proton avec laquelle les électrons ont pu entrer en collision et qui a pu les dévier. Ces structures internes doivent être relativement petites comparées à la taille du proton puisque la plupart des électrons sont passés à travers sans déflexion. Les électrons qui n'ont pas été déviés ont pu passer à travers les vides situés entre les structures internes.

Physique 20, question relative à l'orbite de la Lune

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.



Données de masses

| | |
|-------------------|--------------------------|
| Masse de la Lune | $7,35 \times 10^{22}$ kg |
| Masse de la Terre | $5,97 \times 10^{24}$ kg |
| Masse du Soleil | $1,99 \times 10^{30}$ kg |

Données orbitales — Lune autour de la Terre





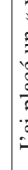




| | |
|---------|----------------------|
| Périgée | $3,63 \times 10^8$ m |
| Apogée | $4,06 \times 10^8$ m |
| Période | 27,7 jours |







Données orbitales — Terre autour du Soleil

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Rayon orbital moyen | $1,50 \times 10^{11}$ m |
|---------------------|-------------------------|

Le premier satellite artificiel de la Terre, Spoutnik I, avait une période orbitale de 5 760 s et un rayon orbital moyen de $6,82 \times 10^6$ m.

5. À l'aide des modèles physiques des équations de Kepler, des lois de Newton, de la loi de la gravitation universelle de Newton et du principe physique de la conservation d'énergie, **analysez** l'orbite de la Lune. Dans votre réponse,
- **déterminez**, en fonction des données satellites ci-dessus, le rayon moyen de l'orbite de la Lune. **Faites la liste** des hypothèses que vous avez faites. **Évaluez** le résultat de vos calculs.
 - **déterminez** la force moyenne de gravité que la Terre fait subir à la Lune.
 - **dessinez** et **légendez** un diagramme des forces pour la Lune. **Expliquez** votre diagramme, incluant les hypothèses que vous avez formulées concernant le cadre de référence, les directions et les forces qui sont importantes.
 - dans le système Terre-Lune, **comparez** qualitativement le changement de vitesse vectorielle de la Lune et celui de la Terre. **Appuyez** votre comparaison.
 - en supposant que l'orbite de la Lune soit parfaitement circulaire, **déterminez** le travail effectué par la force de gravité sur la Lune durant une période d'un mois (30 jours, $1/12^{\circ}$ d'année). **Évaluez** l'hypothèse.
 - **classez** de manière exhaustive le système Terre-Lune. **Appuyez** vos classifications.

| Liens du programme aux activités liées à cette question | <p>La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Placez un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse.</p> | Retour en arrière |
|--|---|--|
| <p>Déterminez, en fonction des données satellites ci-dessus, le rayon moyen de l'orbite de la Lune. Faites la liste des hypothèses que vous avez faites. Évaluez les résultats de vos calculs (P20-C1.7c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures </p> <p>Déterminer Faites la liste Évaluer</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Déterminez la force moyenne de gravité que la Terre fait subir à la Lune (P20-B2.2c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures </p> <p>Déterminez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Dessinez et légendez un diagramme des forces pour la Lune. Expliquez votre diagramme, incluant les hypothèses que vous avez formulées concernant le cadre de référence, les directions et quelles forces sont importantes (P20-B2.3h)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures </p> <p>Dessinez légendez Expliquez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |

| Liens du programme aux activités liées à cette question | La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Placez un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse. | Retour en arrière |
|---|---|--|
| <p>Comparez qualitativement le changement de vitesse vectorielle de la Lune par rapport à celui de la Terre. Étayer votre comparaison (P20-B1.1c, B1.3c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Comparez Étayer</p> <hr/> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>En supposant que l'orbite de la Lune soit parfaitement circulaire, déterminez le travail effectué par la force de gravité sur la Lune en une période d'un mois (30 jours, 1/12^e d'année). Évaluez l'hypothèse (P20-C2.4c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Déterminez Évaluez</p> <hr/> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |
| <p>Classez de manière exhaustive le système Terre-Lune. Étayer vos classifications (P20-C2.6c)</p> | <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Classez Étayer</p> <hr/> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> | <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> |

Exemple de réponse (incluant les notes aux enseignants)

$$\frac{T_{\text{Lune}}^2}{r_{\text{Lune}}^3} = \frac{T_{\text{satellite}}^2}{r_{\text{satellite}}^3}$$

$$\frac{(27,7 \text{ jours} \times 24 \text{ h/jour} \times 3600 \text{ s/h})^2}{r_{\text{Lune}}^3} = \frac{(5760 \text{ s})^2}{(6,82 \times 10^6 \text{ m})^3}$$

$$r_{\text{Lune}} = 3,80 \times 10^8 \text{ m}$$

L'hypothèse principale est celle selon laquelle le modèle empirique de Kepler est applicable à un satellite et à la Lune.

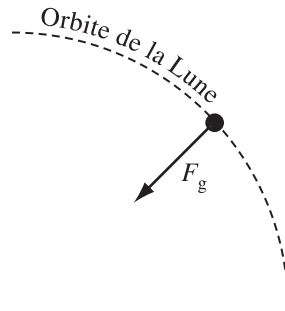
Le résultat des calculs est correct car il se situe entre les valeurs de périégée et d'apogée qui sont les plus grands et les plus petits rayons de l'orbite.

$$F_g = \frac{Gm_{\text{Lune}}m_{\text{Terre}}}{r_{\text{distance entre les centres}}^2}$$

$$F_g = \frac{(6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m/kg}^2)(7,35 \times 10^{22} \text{ kg})(5,97 \times 10^{24} \text{ kg})}{(3,80 \times 10^8 \text{ m})^2}$$

$$F_g = 2,03 \times 10^{20} \text{ N}$$

Diagramme des forces : seule une force agit dans le cadre de référence de la Terre :



Note 1 : *Il n'y a qu'une force s'exerçant sur la Lune : la force gravitationnelle agissant vers le centre de la Terre. Il se peut que les élèves ajoutent une force gravitationnelle du Soleil, mais ils devraient être encouragés à vérifier son importance en déterminant le rapport de la force de la Terre à la force du Soleil.*

Note 2 : *Certains élèves dessineront une seconde force et lui donneront pour légende F_c. De nombreux élèves savent qu'ils devraient ajouter une autre force de sorte que la vitesse de la Lune reste constante. Cette idée fautive est explorée intégralement dans cette*

question et on devrait encourager les élèves à s'attaquer à leur méprise. Il existe une seconde explication pour la seconde force : dans le cadre de référence de la Lune, elle subit une force « centrifuge ».

Note 3 : *Il se peut que les élèves dessinent la force de gravité causée par le Soleil. Cette force est $F_g = 4,36 \times 10^{20}$ N, qui est deux fois la force causée par la Terre. S'ils incluent cette force, il y a alors la possibilité d'apprendre à explorer les forces importantes, à savoir; la Terre comme la Lune subissent le même champ gravitationnel créé par la masse du Soleil, elles sont donc en « chute libre » autour du Soleil et l'orbite de la Lune autour de la Terre se produit à l'intérieur du champ du Soleil.*

Selon la troisième loi de Newton, chaque force provoque une force de réaction. Ainsi, la Lune subit une force de $2,03 \times 10^{20}$ N et exerce une force de $2,03 \times 10^{20}$ N sur la Terre. Le changement de vitesse vectorielle est l'accélération. Selon la seconde loi de Newton, l'accélération d'un objet est directement proportionnelle à la force et inversement proportionnelle à la masse. Puisque la masse de la Terre est approximativement 100 fois plus grande, le changement de la vitesse vectorielle de la Lune sera 100 fois plus grand.

Le travail effectué par la force gravitationnelle est zéro. La force agit perpendiculairement au déplacement. Ce qui signifie qu'il n'y a aucun changement de l'énergie cinétique de la Lune. L'hypothèse d'une orbite parfaitement circulaire est relativement juste car la différence entre le rayon de l'apogée et le rayon moyen est inférieur à 7 % de la valeur moyenne du rayon de sorte qu'un cercle est un assez bon modèle **ou** car les valeurs de périhélie et d'apogée ne sont pas les mêmes que le rayon moyen, l'orbite réelle n'est pas circulaire. La vitesse de la Lune change puisqu'elle se déplace rapidement au périhélie et lentement à l'apogée. Ce changement d'énergie cinétique doit être causé par une force qui travaille. Bien que la force gravitationnelle agisse vers le centre du cercle, si la trajectoire est elliptique, alors il y aura un composant de la force qui agit dans la même direction que le déplacement ou dans la direction opposée. Le composant de la force travaille, causant un changement de l'énergie cinétique du système.

Le système Terre-Lune est isolé parce que l'énergie mécanique totale dans le système reste constante **ou** le système Terre-Lune n'est pas isolé parce que l'énergie mécanique totale dans le système diminue.

Note 4 : *Il existe de nombreuses façons différentes de classer des systèmes. On pourrait inclure ici tout ou une partie des classifications possibles, ce qui servirait à accroître l'apprentissage des élèves en explorant toutes les classifications. Le programme définit l'expression « isolé » et les élèves doivent avoir une compréhension fondamentale du terme « isolé » pour Physique 30. Il est intéressant de noter que l'expression « système isolé » fait référence, en Physique 20, à la conservation de l'énergie mécanique et fait référence, en Physique 30, à la conservation de la quantité de mouvement. Comment préparons-nous nos élèves à bien comprendre?*

Prolongements possibles

Comment inclure le fait que la Lune s'éloigne de la Terre de 4 cm/an?

La Terre est-elle une masse de « source ponctuelle »? La gravité newtonienne est-elle valable?

Faire comparer aux élèves les modèles : le modèle circulaire est-il meilleur que le modèle elliptique?

Quels sont les effets de la gravité sur la Terre?—Marées (inertie et cadre d'une introduction à Physique 30)

Pourquoi la Lune a-t-elle toujours la même face vers la Terre?

Explorer qualitativement le changement d'énergie-travail effectué dans un système orbital non circulaire.

