

Physique 30

Questions rendues publiques

Matériel rendu public 2012

pour le *Programme d'études de Physique 20-30, 2008*



Pour obtenir plus de renseignements, veuillez communiquer avec

Laura Pankratz, Examination Manager, à
Laura.Pankratz@gov.ab.ca,

Pina.Chiarello, Examiner, à
Pina.Chiarello@gov.ab.ca, ou

Tim Coates, Director of Diploma Programs, 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.

© 2012, 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

Introduction	1
Attentes en matière de rendement	2
Questions à correction mécanographique rendues publiques	4
Utilisation suggérée	4
Physique 20 – Matériel d'évaluation formative et de rétroaction par les pairs.....	5
Rétroaction par les pairs — Trajectoire d'un météorite.....	7
Rétroaction par les pairs — Glissade d'eau	25
Rétroaction par les pairs — Ressorts.....	34
Physique 30 – Matériel d'évaluation formative et de rétroaction par les pairs.....	39
Rétroaction par les pairs — Loi de Coulomb	44
Rétroaction par les pairs — Anneau de stockage d'électrons.....	77
Rétroaction par les pairs — Lampe de poche à manivelle	84
Rétroaction par les pairs — Pointeur laser vert.....	92
Rétroaction par les pairs — Effet Compton.....	98
Physique 30 – Évaluation sommative	105
Évolution du modèle atomique.....	105
Question.....	105
Guide de notation pour les questions holistiques.....	106
Exemple de réponse	107
Descriptions des réponses d'élèves pour les différents pointages.	108
Énergie de liaison	109
Question.....	109
Guide de notation pour les questions holistiques.....	111
Exemple de réponse	112
Descriptions des réponses d'élèves pour les différents pointages.	113

Introduction

On s'attend des élèves qui suivent le [Programme d'études de Physique 20–30, 2008](#) qu'ils démontrent une compréhension à la fois calculatoire et conceptuelle. Ces questions rendues publiques sont conçues de façon à aider les élèves à atteindre la norme d'excellence dans leur compréhension conceptuelle.

L'évaluation formative est conçue de façon à ce que les concepts plus difficiles demandent des efforts de la part des élèves, leur permettant ainsi d'acquérir des connaissances en travaillant avec leur pairs et leurs enseignants. Ces efforts sont nécessaires, non pour l'obtention des notes, mais parce que les élèves acquièrent des connaissances pendant ce processus. Toutefois, ce travail ne peut être utile que si les liens avec les concepts nécessaires à l'évaluation formelle sont clairs et précis.

Ce document comprend plusieurs questions : 3 questions portent sur la Physique 20 et 3 questions portent sur la Physique 30. Le domaine des questions et leurs degrés de difficultés sont différents. Par exemple, la première question portant sur la Physique 20, Trajectoire d'un météorite, n'explore que des concepts de P20-C2, alors que la deuxième question portant sur la Physique 30, Lampe de poche à manivelle, explore des concepts de P30-B3, C1, et D2. Une brève description de la portée et du degré de difficulté de la question et le temps approximatif requis pour formuler une première réponse complète sont fournis au début de chaque question. À NOTER : Il ne s'agit pas de temps passé en classe. Ce document comprend de l'information sur l'utilisation suggérée de ce matériel en classe.

La première question portant sur la Physique 20 et la première question portant sur la Physique 30 comprennent chacune des exemples de réponse d'élèves et des exemples de rétroaction par les pairs, suivis par un exemple de réponse et de commentaires aux enseignants. Un exemple de réponse et des commentaires aux enseignants sont fournis pour les autres questions. Nous espérons que cette information aidera les enseignants à comprendre la portée de ce matériel. Nous encourageons les enseignants à partager les exemples de réponses avec leurs élèves pour démontrer de bons exemples de rétroaction par les pairs. Des recherches ont démontré que plusieurs élèves peuvent atteindre la norme d'excellence lorsqu'ils voient des pairs l'atteindre et lorsqu'ils prennent connaissance de réponses de pairs reflétant la norme d'excellence.

Les deux dernières questions proviennent de la banque de questions des examens en vue de l'obtention du diplôme. Ces exemples de questions, notées selon l'ancien guide de notation holistique, sont suivies du guide de notation approprié. Ces questions, ou des questions similaires, sont conçues pour être utilisées aux fins de notation des élèves. Ainsi, la plupart des élèves devraient être en mesure de compléter ces questions en 20 minutes, dans des conditions similaires à celle d'un test.

Nous avons fait tout notre possible pour concevoir des questions sans erreurs. Toutefois, si vous découvrez des erreurs ou si vous (enseignants et élèves) désirez faire des commentaires au sujet de ce document, veuillez contacter Laura Pankratz à Laura.Pankratz@gov.ab.ca.

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

*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.

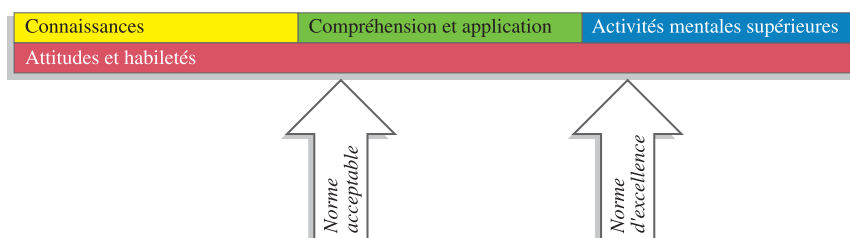
Norme acceptable

Les élèves qui atteignent la norme acceptable en Physique 30 obtiennent une note finale de 50 % ou plus. Les élèves qui obtiennent la norme 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.

Norme d'excellence

Les élèves qui atteignent la norme 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 la norme 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 la norme 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 la norme acceptable (50 %) ni en Physique 20 ni en Physique 30. Les élèves qui fonctionnent uniquement au niveau **compréhension et application** n'atteindront

pas la norme 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 différentes normes, consulter le *Bulletin d'information archivée* de *Physique 30*.

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, 2008. Ces questions se trouvent sur la plateforme [QuestA+](https://questaplus.alberta.ca/), à <https://questaplus.alberta.ca/>, dans la section des modèles de tests.

Utilisation suggérée

Jour 1 (20 minutes)

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

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.

Jour 2 (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.

Jour 3 suite (hors classe)

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.

À noter : La portée et le niveau de difficulté de ces questions varient énormément. Tous les éléments de rétroaction formulés par les pairs sont beaucoup trop difficiles pour être utilisés pour donner les notes aux élèves.

Physique 20 – Matériel d'évaluation formative et de rétroaction par les pairs

Trajectoire d'un météorite

Introduction

Cette question a un degré de difficulté moyen. Les élèves devraient pouvoir fournir une réponse valable à tous les aspects de la question en 25 minutes.

Cette question est intéressante parce que le contexte est plutôt simple et explicite. Toutefois, les hypothèses faites lors de la formulation de la réponse peuvent influencer sur la complexité de la réponse.

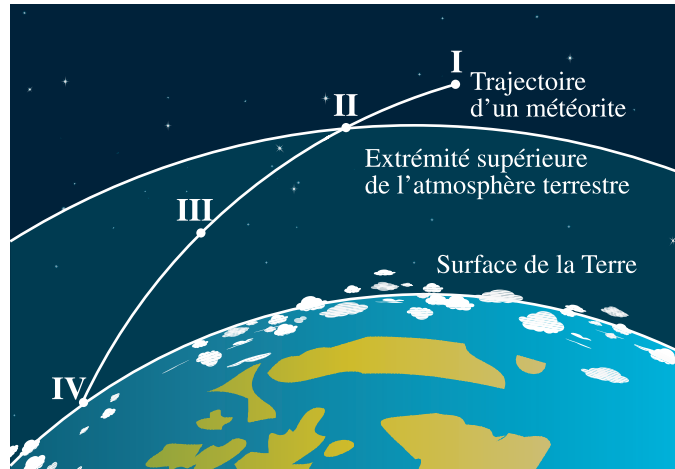
Cette question explore des concepts de Physique 20 – Unité C2.

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

Les météorites sont des fragments rocheux qui traversent l'atmosphère terrestre pour finalement atteindre la surface de la Terre. Les chasseurs de météorites sont des personnes qui collectionnent des fragments rocheux provenant de météorites. Ces fragments rocheux sont précieux, car ils peuvent contenir des indices sur les origines de l'univers.

La trajectoire d'un météorite dans l'atmosphère terrestre est souvent marquée par un faisceau lumineux très brillant en raison de la friction causée par le déplacement très rapide du fragment rocheux dans l'atmosphère.

Le diagramme ci-dessous illustre la trajectoire d'un météorite particulier.










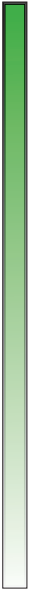

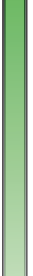

Point II Le météorite entre dans l'atmosphère terrestre.

Point IV Le météorite va toucher la surface de la Terre.

1. À l'aide des concepts des systèmes physiques, des diagrammes des forces et de la conservation de l'énergie, **analysez** la trajectoire du météorite. Dans votre réponse :

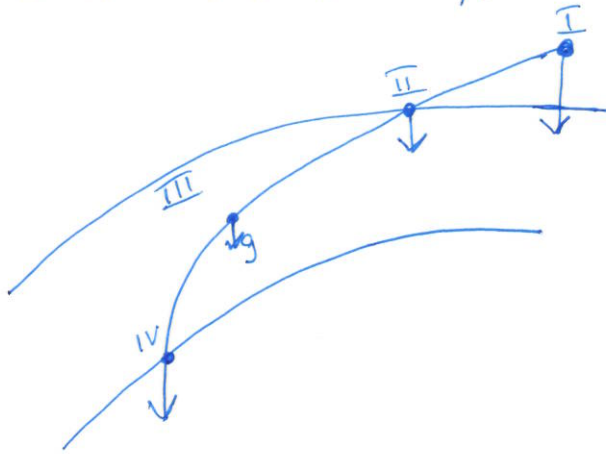
- **classez** le système météorite-Terre. **Appuyez** votre classement.
- **dessinez et légendez** les diagrammes des forces importantes qui agissent sur le météorite à chacun des quatre points de sa trajectoire indiqués sur l'illustration ci-dessus. **Appuyez** vos diagrammes en expliquant pourquoi vous avez choisi ces forces et **faites la liste** de toutes les hypothèses que vous avez formulées.
- **décrivez** les transformations d'énergie dans le système météorite-Terre au fur et à mesure que le météorite passe du Point I au Point IV.
- **décrivez** les calculs nécessaires pour déterminer le travail exercé sur le météorite au fur et à mesure qu'il se déplace du Point I au Point II. **Indiquez** les hypothèses qu'il faudrait formuler.

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Classez le système météorite-Terre. Appuyez votre classification. (P20-C2.6c)</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>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Classez  Appuyez</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>Dessinez et légendez les diagrammes des forces importantes qui agissent sur le météorite à chacun des quatre points de sa trajectoire indiqués sur l'illustration ci-dessus. Appuyez vos diagrammes en expliquant pourquoi vous avez choisi ces forces et faites la liste de toutes les hypothèses que vous avez formulées. (P20-C2.3h)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez  Légendez  Appuyez  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>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Décrivez les transformations d'énergie dans le système météorite-Terre au fur et à mesure que le météorite passe du Point I au Point IV. (P20-C2.1c, 2.2c, 2.6c)</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>Décrivez</p> <p>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>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Décrivez les calculs nécessaires pour déterminer le travail exercé sur le météorite au fur et à mesure qu'il se déplace du Point I au Point IV. Indiquez les hypothèses qu'il faudrait formuler. (P20-C2.4c)</p>	<p>Décrivez  Indiquez </p> <p>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>

Exemple de réponse 1

Le système météorite-Terre est fermé parce que tous les systèmes sont fermés. Un système fermé est utile parce que les quantités sont conservées dans ce type de système.



La force importante est la gravité, F_g , et elle est toujours vers le bas et de même valeur.

Le météorite a une E_p seulement au point I. Elle se transforme complètement en E_c au point IV.

Le travail fait est le changement en E_c . Donc :







$$W = \Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_i}$$




$$E_{c_i} = 0 \text{ facile!}$$

$$E_{c_f} = \frac{1}{2} m v_f^2$$

Donc, j'ai besoin de la masse du météorite et de la vitesse à laquelle il entre en contact avec la surface de la Terre.

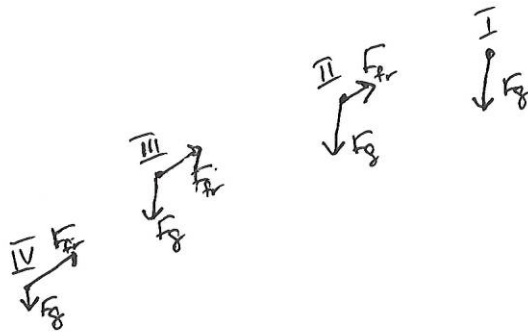
Je présume que le système est fermé. La quantité est donc conservée.

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 démontré par la réponse.	Retour en arrière
<p>Classez le système météorite-Terre. Appuyez votre classification. (P20-C2.6c)</p> <p>Dessinez et légendez les diagrammes des forces importantes qui agissent sur le météorite à chacun des quatre points de sa trajectoire indiqués sur l'illustration ci-dessus. Appuyez vos diagrammes en expliquant pourquoi vous avez choisi ces forces et faites la liste de toutes les hypothèses que vous avez formulées. (P20-C2.3h)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Classez </p> <p>Appuyez </p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Ju as classé le système, mais incorrectement. J'aurais penser à la masse, à l'énergie et aux types de systèmes.</i></p> <p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez </p> <p>Légendez </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 démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Les forces Fg sont toutes des flèches, et tu les as nommées. Et les autres forces? La force spatiationnelle est-elle réellement constante? $F_g = \frac{Gm_1 m_2}{r^2} \dots$</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</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 démontré par la réponse.	Retour en arrière
<p>Décrivez les transformations d'énergie dans le système météorite-Terre au fur et à mesure que le météorite passe du Point I au Point IV. (P20-C2.1c, 2.2c, 2.6c)</p>	<p>Décrivez  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 démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Ju as compris l'idée générale, mais tu n'as pas répondu à la question. Que se produit-il entre I et II ? II et III ? etc. ?</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Décrivez les calculs nécessaires pour déterminer le travail exercé sur le météorite au fur et à mesure qu'il se déplace du Point I au Point IV.</p> <p>Indiquez les hypothèses qu'il faudrait formuler. (P20-C2.4c)</p>	<p>Décrivez  Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Indiquez </p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Ju as énoncé une formule et les variables sont en accord avec la formule. Mais se ne suffit pas pour cette question. Les hypothèses ne font que répéter les premières.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>

Exemple de réponse 2

Le système météorite-Terre est fermé en ce qui a trait à la masse, mais ouvert en ce qui a trait à l'énergie. La masse totale reste constante aussi longtemps qu'on tient compte de la masse de la poussière de météorite quand il s'effrite dans l'atmosphère. Le système est ouvert en ce qui a trait à l'énergie, parce qu'il y a production de lumière quand la masse est consommée et parce que le son signifie qu'il y a une perte d'énergie.













F_g est presque la même aux points I et II parce que la distance jusqu'au centre et la masse du météorite n'ont pas beaucoup changé. $F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ n'a pas changé. Au point III, m est moindre. Donc, la force est inférieure. Au point IV, m est à son niveau le plus bas. Donc, F_g est à son niveau le plus bas. À mesure que la vitesse et l'épaisseur de l'atmosphère augmentent, F_{fr} augmente. Donc, F_{fr} est plus grande à chaque point subséquent.

Transformation de l'énergie: l'énergie ne peut pas être créée ni détruite - elle est simplement transformée d'une forme à une autre.

Au point I, E est E_{p3} . Au point II, l'énergie est $E_{p3} + E_c$ parce que la météorite continue sa chute. Au point III, E est encore $E_{p3} + E_c$. Au point IV, E_p s'est transformée complètement en E_c . Une partie de E_c est convertie en son et aussi en lumière. Une partie peut aussi avoir participé à la destruction du météorite.

Le travail a besoin d'une force : $W = F \cdot d_{2//}$. La force doit être F_g . On a donc besoin du changement d'altitude du météorite qui serait le déplacement parallèle à F_g . On pourrait utiliser $W = F_g d = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$. On a donc besoin de la masse de la terre pour m_2 , de la masse du météorite, m_1 , et de la hauteur initiale pour r .

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 démontré par la réponse.	Retour en arrière
<p>Classez le système météorite-Terre. Appuyez votre classification. (P20-C2.6c)</p> <p>Dessinez et légendez les diagrammes des forces importantes qui agissent sur le météorite à chacun des quatre points de sa trajectoire indiqués sur l'illustration ci-dessus. Appuyez vos diagrammes en expliquant pourquoi vous avez choisi ces forces et faites la liste de toutes les hypothèses que vous avez formulées. (P20-C2.3h)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Classez  Appuyez </p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>La définition de un système fermé est bonne! La définition d'un système ouvert est bonne. Je ne pense pas que tu as répondu à la question.</i></p> <p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez  Légendez  Appuyez  Faites la liste </p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Je pense que tu as bien fait! Je n'aurais pas pensé au changement de masse. La formule est aussi la bonne. (1)</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>

Liens du programme aux activités liées à cette question	Retour en arrière
<p>Décrivez les transformations d'énergie dans le système météorite-Terre au fur et à mesure que le météorite passe du Point I au Point IV. (P20-C2.1c, 2.2c, 2.6c)</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>Connaissances <input type="checkbox"/> Compréhension/Application <input checked="" type="checkbox"/> Activités mentales supérieures</p> <p>Décrivez Indiquez </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><i>Ju avais pasen au début, mais tu as continué avec l'énergie qui se déplace "en blocs" plutôt que graduellement. Souviens-toi de ce dont on a parlé en classe hier!</i></p>
<p>Décrivez les calculs nécessaires pour déterminer le travail exercé sur le météorite au fur et à mesure qu'il se déplace du Point I au Point IV.</p> <p>Indiquez les hypothèses qu'il faudrait formuler. (P20-C2.4c)</p>	<p>Connaissances <input checked="" type="checkbox"/> Compréhension/Application <input type="checkbox"/> Activités mentales supérieures</p> <p>Décrivez Indiquez </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><i>Ju as fourni des formules incompatibles: tu as dit que la masse du météorite changeait, puis tu l'as maintenue constante dans les calculs. Je pense que la valeur que tu donnes à r est incorrecte.</i></p>

EXEMPLE DE RÉPONSE 3

Système : Isolé : aucune force externe ne peut agir sur les objets.

Fermé : aucune énergie ne peut entrer ni sortir

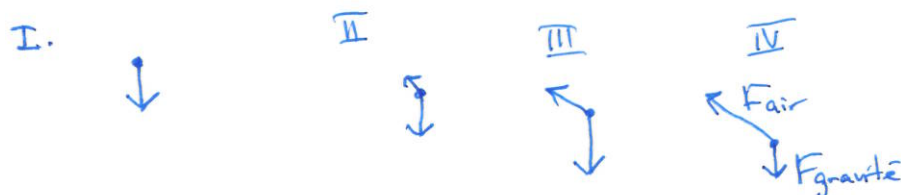
Ouvert : l'énergie peut sortir.

Je pense que le système est isolé parce qu'il est si grand. Il n'y a pas de forces externes.

Je pense qu'il est ouvert, car lorsque le météorite tombe, il produit une lumière brillante qu'on peut observer à partir de la lune. Donc, l'énergie s'échappe du système.

DDF : au-dessus de l'atmosphère : il n'y a aucune résistance, donc seulement la force gravitationnelle, mais elle ne sera pas très grande parce que le météorite est loin.

Après avoir pénétré dans l'atmosphère, la résistance de l'air commence à S'OPPOSER au mouvement. Cette force fera un travail qui produira de l'énergie : énergie thermique, fragmentation du météorite, lumière brillante et son strident. Beaucoup d'éléments ont un effet sur la grandeur de cette force. Mais, à mesure que l'air s'épaissit, elle augmente. f_g augmentera à mesure que le météorite s'approchera parce que la force va comme $\frac{1}{r^2}$. Mais, que se produira-t-il s'il se décompose ? Présumez qu'il ne se décompose pas (ignorez les éléments ci-dessus).



Énergie : À mesure que la masse se déplace dans le champ, son énergie se convertira graduellement de $E_p + E_c$. Initialement, le météorite a E_c , aussi, parce qu'il ne tombe pas de façon perpendiculaire — on doit l'avoir propulsé à une certaine vitesse. Quand d'autres types d'énergies sont produits — lumière, son, chaleur — ça signifie que E_p n'est pas convertie seulement en E_c .

Calculs

Méthode 1 : $W = F \cdot d$ dans la même direction

La force qui agit le long de la trajectoire est la force de frottement et elle agit pour diminuer E_c . On aurait besoin de la longueur de la trajectoire et de la grandeur de la force.

On ne peut pas ↑ parce que F n'est pas constante.

Essayons : $W = F \cdot d = \frac{G m_1 m_2}{r^2} \cdot d$ Cette force agit vers le centre.

Elle change aussi parce que r change.





Mais : ça va parce que le changement de r correspond au changement d'altitude (et non à la trajectoire réelle) du météorite !




Donc, on a besoin :

- de la masse de la Terre ✓
- de la masse du météorite - mesurer au moment où on le trouve (il ne peut pas se décomposer)
- de la hauteur initiale - on l'obtient de la photo du rayon de la Terre ✓

Hypothèses : Le météorite reste entier.

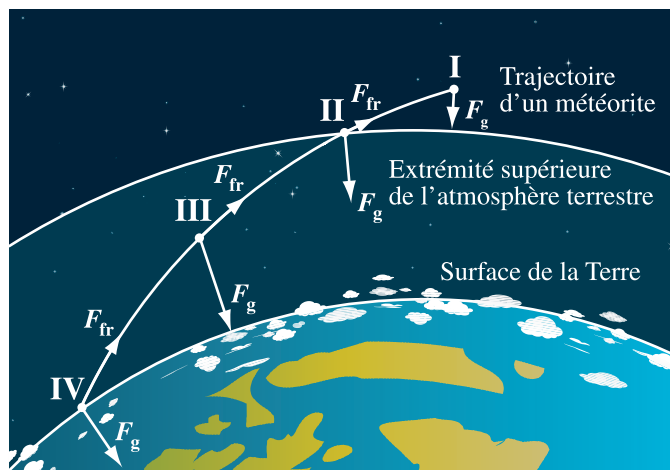
On a une photo pour mesurer la hauteur.

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 démontré par la réponse.	Retour en arrière
<p>Classez le système météorite-Terre. Appuyez votre classification. (P20-C2.6c)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Classez Appuyez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Excellentes définitions et applications</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Dessinez et légendez les diagrammes des forces importantes qui agissent sur le météorite à chacun des quatre points de sa trajectoire indiqués sur l'illustration ci-dessus. Appuyez vos diagrammes en expliquant pourquoi vous avez choisi ces forces et faites la liste de toutes les hypothèses que vous avez formulées. (P20-C2.3h)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez Légendez Appuyez Faites la liste</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Pourquoi faire pointer-t-il dans le sens contraire de la trajectoire? Tu dois légendes tous tes diagrammes. Tu n'as pas fait la liste de tes hypothèses (mais j'ai aimé les commentaires à l'appui). Ne te contredis pas.</i></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>Décrivez les transformations d'énergie dans le système météorite-Terre au fur et à mesure que le météorite passe du Point I au Point IV. (P20-C2.1c, 2.2c, 2.6c)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Décrivez</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><i>Excellent - graduel et plusieurs types</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Décrivez les calculs nécessaires pour déterminer le travail exercé sur le météorite au fur et à mesure qu'il se déplace du Point I au Point IV. Indiquez les hypothèses qu'il faudrait formuler. (P20-C2.4c)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Décrivez</p> <p>Indiquez</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><i>Je ne peux pas te donner AMS parce que tu es chargé d'avis. (j'aime ça, mais est-ce que tu ne devrais pas le savoir?) Tu as indiqué ce qui est nécessaire.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>

Exemples de réponse et commentaires aux enseignants

Le système météorite-Terre est un système ouvert non isolé. Il y aura une perte de masse à mesure que le météorite tombera, et il subira une force de frottement importante lorsqu'il se déplacera dans l'atmosphère. Cela signifie qu'une portion de l'énergie est perdue en raison du travail exercé contre les forces non conservées.



Au Point I, seule une force, F_g , agit sur le météorite. Tous les autres diagrammes de force contiennent deux forces significatives à chacun des endroits : F_g et F_{fr} . F_g agit toujours vers le centre de la Terre. Elle augmente à mesure que le météorite s'approche de la Terre, mais décroît lorsque la masse du météorite diminue.

À noter : La flèche qui indique la grandeur des forces peut soit augmenter pour indiquer que F_g augmente, parce que l'effet de la distance correspond à $\frac{1}{r^2}$, soit diminuer parce que des débris tombent de la surface du météorite. Les preuves à l'appui peuvent être fournies par l'étudiant pour ce qui est énoncé. « F_g est constante parce que g est constante » est évidemment une réponse témoignant d'un niveau de connaissance qui ne satisfait pas les attentes de ce point.

F_{fr} agit toujours contre la direction du mouvement, de façon tangentielle à la trajectoire. F_{fr} augmente à mesure que le météorite s'approche de la Terre parce que l'épaisseur de l'atmosphère augmente. Finalement, $F_g = F_{fr}$, et le météorite aura atteint sa vitesse limite de chute.

À noter : Il y a différentes réponses possibles ici également. Lorsque la masse décroît, la surface diminue. Par conséquent, la force de friction diminue. Ou, à mesure que la vitesse augmente jusqu'à la vitesse limite de chute, la force de friction augmente, puis reste constante. Cherchez les explications fournies par les élèves dans la réponse.

Au Point I, le météorite a atteint son énergie potentielle gravitationnelle maximale par rapport à la surface de la Terre. Il aura également une certaine énergie cinétique. Lorsqu'il passe par le Point II, son énergie potentielle gravitationnelle diminue. Cette énergie est transformée en énergie cinétique, en chaleur et en lumière. Une fois qu'il a atteint sa vitesse limite de chute, son énergie cinétique reste constante, et la diminution de E_{p_g} est convertie en chaleur et en lumière.

À noter : *L'énergie n'est pas convertie en friction, car la friction est une force. Il est exact de dire que l'énergie est « perdue » lorsqu'elle s'oppose à la friction.*

La perte graduelle de l'énergie potentielle gravitationnelle continue lorsque le météorite passe par le Point III, avec une augmentation de l'énergie cinétique, de la chaleur, de la lumière et du son. À mesure que la masse du météorite décroît, plus d' E_{p_g} se perd. Finalement, au Point IV, toute l' E_{p_g} est perdue. Le météorite a beaucoup d' E_c et il y a encore de l'énergie sous forme de lumière, de chaleur et possiblement d'énergie sonore.

À noter : *« E_c augmente à mesure que E_p diminue » est une réponse de niveau C. Déclarer que l'énergie mécanique diminue en raison de la perte d'énergie attribuable à la friction est une réponse de connaissance. Déclarer que l'énergie mécanique diminue en raison des forces de non-conservation comme la friction peut constituer une réponse de niveau C/A. S'ils reconnaissent qu'il y a beaucoup de forces qui agissent et que beaucoup de variables changent (p. ex., la masse, la vitesse, la force gravitationnelle, la friction), les élèves font preuve d'une compréhension AMS.*

La formule pour le travail exercé est $W = Fd$, où F et d vont dans la même direction. Un des défis de cette méthode consiste à reconnaître que la force gravitationnelle agit à un certain angle par rapport à la trajectoire, de sorte que d correspond au changement d'altitude et non à la longueur de la trajectoire. Le deuxième défi est que la grandeur de F_g change selon le point. Donc, pour effectuer les calculs, nous avons besoin d'évaluer la force gravitationnelle à différents endroits le long de la trajectoire, puis d'appliquer la moyenne géométrique ou de faire des calculs entre chacun des points et d'effectuer la somme de ceux-ci. Pour le calcul intégral, nous devons intégrer Fd sur la trajectoire.

OU

Le travail exercé par une force cause un changement d'énergie cinétique. Un des défis de cette méthode consiste à reconnaître que la vitesse changera de façon non uniforme. Par conséquent, une façon d'estimer la vitesse à différents points est importante. Également, les changements de masse constituent un deuxième défi.

Finalement, le système est complexe : souhaitons-nous inclure la chaleur dans l'atmosphère? Le son constitue-t-il uniquement de l'énergie cinétique? Qu'en est-il de la lumière? L'énergie des photons est aussi représentée par E_c ($E = pc$, tiré de Physique 30; cela ne fait donc pas réellement partie de cette réponse, mais il s'agit certainement d'un endroit où établir des liens pour les élèves qui poursuivront leurs études).

À noter : *Pour que leur réponse atteste du niveau C, les élèves doivent énoncer la formule et dire que d est une altitude ou, dans l'analyse travail-énergie, ils doivent énoncer la formule et traiter le problème lié à la masse ou à la vitesse.*

Pour atteindre le niveau C/A, les élèves doivent indiquer que F_g (ou masse ou vitesse) change et que les méthodes courantes de calcul seront insuffisantes.

Pour atteindre le niveau AMS, les élèves doivent énoncer une façon non traditionnelle de faire les calculs – il n'est pas nécessaire de faire les calculs de méthode intégrale mais il faut proposer une solution qui indique les valeurs à différents points. Ils doivent effectuer de nombreux calculs, et les résultats de ceux-ci doivent être combinés d'une façon valide. Même si le calcul va au-delà de la portée du programme d'études de Physique 20 et 30, 2007, l'idée selon laquelle des forces non uniformes peuvent requérir des méthodes non traditionnelles d'analyse ne l'est pas. Les élèves doivent être exposés aux limites des modèles qu'ils apprennent. Ils doivent aussi acquérir une idée de la créativité nécessaire pour trouver des solutions aux problèmes difficiles.

Glissade d'eau

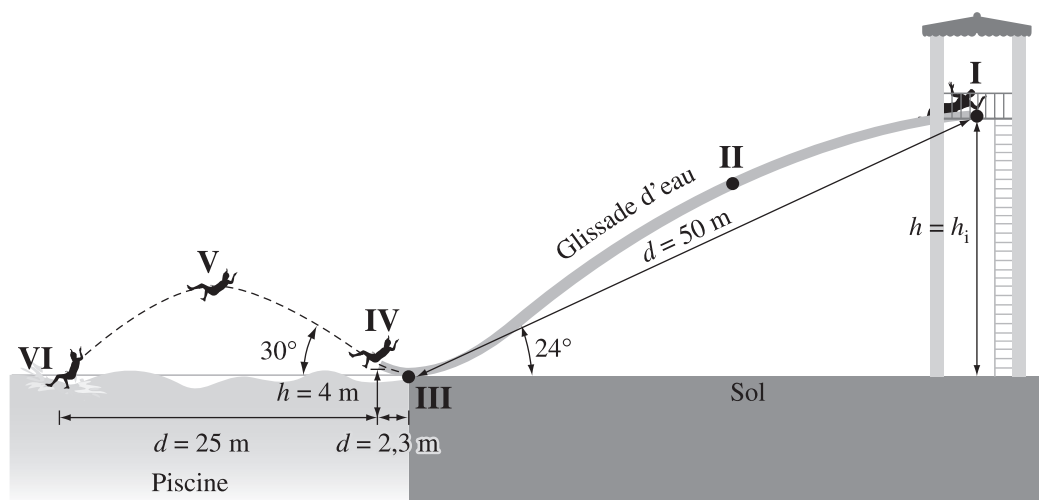
Introduction

Il s'agit d'une question très difficile. Les élèves devraient pouvoir fournir une réponse valable à tous les aspects de la question en 45 minutes.

Tant le contexte que l'analyse sont complexes. Bien qu'il y ait des calculs simples que l'élève qui n'obtient que la note de passage peut vouloir effectuer, l'attention aux détails nécessaire pour effectuer l'analyse complète permettra à l'élève de niveau avancé de faire la preuve de ses véritables habiletés.





















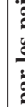


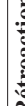
Cette question explore des concepts de Physique 20 – Unités A1, B1 et C2.





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



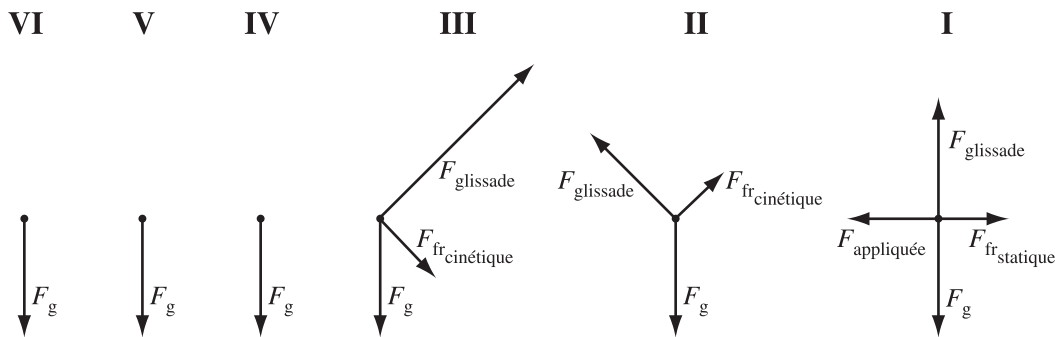
- Point I** Au sommet horizontal de la glissade d'eau. La personne prend un élan et commence à descendre la glissade. Son poids est de 70 kg.
- Point II** Quelque part le long de la glissade.
- Point III** Un peu passé le bas de la glissade d'eau, alors qu'elle fait une courbe vers le haut.
- Point IV** À l'extrême bord de la glissade, au point où la personne n'est plus en contact avec la glissade d'eau.
- Point V** En sommet de la trajectoire.
- Point VI** À la hauteur juste avant que la personne entre dans l'eau.

- À l'aide des concepts des diagrammes de force, de la conservation de l'énergie et des lois de Newton, **analysez** la trajectoire de la personne représentée dans le diagramme ci-dessus. Dans votre réponse :
 - dessinez** et **légendez** les diagrammes des forces importantes qui agissent sur la personne à chacun des points indiqués. **Expliquez** la raison qui a motivé votre choix des forces et pourquoi vous leur avez donné la longueur que vous leur avez attribuée.
 - comparez** la grandeur de l'accélération nette vécue par la personne à chacun des points.
 - décrivez** les transformations de l'énergie mécanique dans le système à mesure que la personne se déplace du Point I au Point III. **Indiquez** les hypothèses qu'il faudrait formuler.
 - décrivez** un calcul que vous pourriez faire pour donner la valeur de la force de frottement cinétique moyenne vécue par la personne lorsqu'elle passe du Point I au Point III. **Indiquez** toute mesure supplémentaire que vous devriez effectuer.
 - déterminez** la vitesse minimale de la personne au Point IV pour qu'elle puisse atteindre le Point VI.
 - évaluez** cet énoncé : « Au Point V, la vitesse de la personne est 0 m/s. »

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Dessinez et légendez les diagrammes des forces importantes qui agissent sur la personne à chacun des points indiqués. Expliquez la raison qui a motivé votre choix des forces et pourquoi vous leur avez donné la longueur que vous leur avez attribuée (P20–A1.5c, A1.3h, B1.1c, B1.3h)</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>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez   </p> <p>Légendez   </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>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Comparez la grandeur de l'accélération nette vécue par la personne à chacun des points. Décrivez les transformations de l'énergie mécanique dans le système à mesure que la personne se déplace du Point I au Point III. Indiquez les hypothèses qu'il faudrait formuler. (P20–A1.1c, A1.3h, B1.2c, C2.1c, C2.3h)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Comparez   </p> <p>Décrivez   </p> <p>Indiquez   </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>Décrivez un calcul que vous pourriez faire pour donner la valeur de la force de friction cinétique moyenne vécue par la personne lorsqu'elle passe du Point I au Point III. Indiquez toute mesure supplémentaire que vous devriez effectuer. (P20–B1.5c)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Décrivez   </p> <p>Indiquez   </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>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Décrivez un calcul que vous pourriez faire pour donner la valeur de la force de frottement moyenne vécue par la personne lorsqu'elle passe du Point I au Point II. Indiquez toute mesure supplémentaire que vous devriez effectuer. P20–B1.5c, B1.3h)</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>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieure</p> <p>Décrivez </p> <p>Indiquez </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>Déterminez la vitesse minimale de la personne au Point IV pour qu'elle puisse atteindre le Point VI. (P20–A1.3h)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieure</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>Évaluez cet énoncé : « Au Point V, la vitesse de cette personne est 0 m/s. » (P20–A1.3h)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieure</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>

Exemples de réponse et commentaires aux enseignants



F_g est la même partout parce que le changement de hauteur est non significatif et que la masse de la personne reste la même. La personne exerce une force normale par rapport à la surface aussi longtemps qu'elle est en contact avec la glissade. Tant que la personne est en mouvement le long de la glissade, il y a une force de frottement qui agit dans le sens opposé au mouvement. Cette force disparaît lorsque la personne n'est plus en contact avec la glissade.

Au Point I, $F_{glissade}$ et F_g sont les mêmes parce que la glissade est à l'horizontale. Il y a une F_{app} qui est plus grande que la $F_{fr\ statique}$ parce que la personne vient de commencer à se déplacer.

Au Point II, $F_{glissade}$ est perpendiculaire à la glissade et sa composante parallèle à F_g est moins grande que F_g parce que la personne accélère vers le bas. La friction est présente, mais elle est moins grande que la composante parallèle de $F_{glissade}$.

Au Point III, $F_{glissade}$ est beaucoup plus grande que F_g parce que la personne accélère vers le haut. F_{fr} est encore présente.

Aux Points IV, V et VI, la personne n'est plus en contact avec la glissade. Il y a donc uniquement F_g .

L'accélération est dans la direction de la force nette agissant sur la personne. Au Point I, l'accélération est minimale. Le long de la glissade, l'accélération est inférieure à $9,81\text{ m/s}^2$. Au Point III, l'accélération est grande. Aux Points IV, V et VI, l'accélération égale $9,81\text{ m/s}^2$.

Au Point I, la personne a E_{p_g} et E_c ; lorsqu'elle descend la glissade, E_{p_g} diminue graduellement, et E_c augmente. L'augmentation de E_c est inférieure à la diminution de E_{p_g} parce qu'il y a une perte d'énergie en raison du travail exercé par le frottement. Si l'eau est dirigée sur le dessus de la glissade d'eau avec une E_c importante, l' E_c initiale du système sera alors plus grande.

À noter : C : la réponse ne ferait qu'énoncer que E_{p_g} au sommet = E_c en bas

C/A : La réponse énoncerait que E_{p_g} diminue graduellement tandis que E_c augmente graduellement.

AMS : La réponse comprendrait les effets des forces de friction et des sources externes d'énergie.

Pour déterminer la friction, nous pouvons utiliser :

$$E_{M_{\text{au sommet}}} = E_{M_{\text{en bas}}} + W_{\text{friction}}$$

$$E_{p_{\text{g au sommet}}} + E_{c_{\text{en bas}}} = E_{M_{\text{en bas}}} + F_{\text{fr}} \cdot d_{\text{longueur de la glissade}}$$

$$mgh_{\text{au sommet}} + \frac{1}{2}mv_{\text{au sommet}}^2 = \frac{1}{2}mv_{\text{bas}}^2 + F_{\text{fr}} \cdot d_{\text{longueur de la glissade}}$$

$$\therefore F_{\text{fr}} = \frac{mgh_{\text{au sommet}} + \frac{1}{2}mv_{\text{au sommet}}^2 - \frac{1}{2}mv_{\text{en bas}}^2}{d_{\text{longueur de la glissade}}}$$

Nous pouvons obtenir $h_{\text{au sommet}}$ à partir de $\sin 24^\circ = \frac{\text{hauteur}}{\text{longueur de la glissade}}$.

Nous avons encore besoin de $v_{\text{en bas}}$.

À noter : La réponse de niveau C contient l'idée que l'énergie perdue égale le travail exercé par la friction.

La réponse de niveau C/A comporte des formules et indique que la hauteur et $v_{\text{en bas}}$ sont requises.

La réponse de niveau AMS commence par une vue d'ensemble de la physique. Elle établit que la hauteur peut être déterminée, mais que $v_{\text{en bas}}$ est manquante.

Calcul de la vitesse au Point IV (lorsque le glisseur quitte l'extrême bord de la glissade) :

Mouvement horizontal :
Mouvement uniforme

$$d = v_x \cdot t$$

$$v_x = v \cos 30^\circ$$

Mouvement vertical :
Mouvement accéléré

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$d = v_i t + \frac{1}{2}at^2, \text{ etc.}$$

Utiliser la symétrie pour rendre les calculs plus faciles.

$$v_{y_i} = \sin 30^\circ$$

au sommet $v_{y_f} = 0$

$$\therefore t = \frac{0 - v \sin 30}{-9,81 \text{ m/s}^2}$$

Il s'agit du temps requis pour parcourir $\frac{1}{2}(25,0 \text{ m} - 4,0 \text{ m})$ (pour atteindre la même hauteur) si on présume qu'il n'y a pas de résistance créée par l'air.

$$\therefore d = 10,5 \text{ m}$$

$$t = \frac{10,5 \text{ m}}{v \cos 30^\circ}$$

$$t = t$$

$$\frac{10,5 \text{ m}}{v \cos 30^\circ} = \frac{v \sin 30^\circ}{-9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$t = 15 \text{ s}$$

À noter : C : La réponse énonce la classification du mouvement horizontal et vertical.
C/A : La réponse incorpore le fait que le temps du déplacement vertical est le même que le temps du déplacement horizontal, mais utilise les valeurs incorrectes.
AMS : La réponse sera clairement communiquée à la suite des processus physiques logiques pour arriver à la bonne solution.

L'énoncé selon lequel la vitesse de la personne au Point V est 0 m/s est incorrect, mais il a une certaine valeur. Même si verticalement, la vitesse est instantanément zéro, le mouvement horizontal est uniforme et différent de zéro.

À noter : C : La réponse indique que l'énoncé est faux.
C/A : La réponse indique que l'énoncé est faux et en donne les raisons.
AMS : La réponse indique que l'énoncé est faux pour le mouvement horizontal, mais vrai pour le mouvement vertical.

Ressorts

Introduction

Cette question, basée sur les habiletés, passe en revue les expériences en laboratoire que les élèves devraient avoir effectuées et va un peu plus loin en ajoutant une surface inclinée sans frottement. Si les élèves connaissent bien l'analyse d'un graphique linéaire, ils devraient pouvoir répondre à cette question en 20 minutes. Sinon, ça peut prendre le double du temps, puisque l'application à la physique du modèle d'une droite du cours de mathématique, $y = mx + b$, constitue une tâche de niveau élevé.

Cette question explore des concepts de Physique 20 – Unité D1.

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

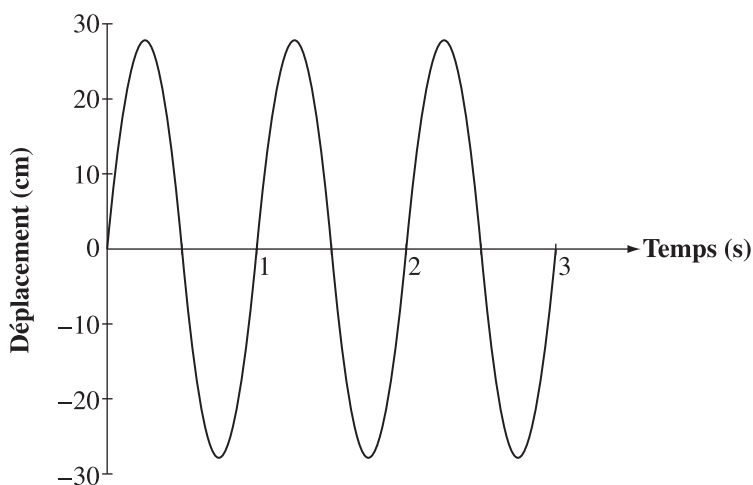
Expérience I – Ressort suspendu verticalement

Un groupe d'élèves a un ressort et des masses de poids différents. Ils suspendent un bout du ressort et accrochent les différentes masses à l'autre bout. Ils enregistrent l'étirement du ressort comme fonction de la masse suspendue. Les données sont fournies ci-dessous.

Masse (g)	Distance jusqu'à la position d'équilibre (cm)
0	0
50	3,8
100	7,2
150	10,5
200	14,2
250	17,4
300	21,0
350	22,8

Expérience II – Ressort sur une surface horizontale sans frottement

Les élèves utilisent le même ressort qu'à l'Expérience I, sur une surface horizontale sans frottement, et un objet qui a une masse de 400 g. Les élèves fixent l'un des bouts du ressort afin qu'il ne se déplace pas et mettent l'objet en mouvement. Ils utilisent un appareil détecteur de mouvement pour recueillir les données qui sont analysées par un logiciel pour produire le graphique suivant du déplacement de l'objet comme fonction du temps.



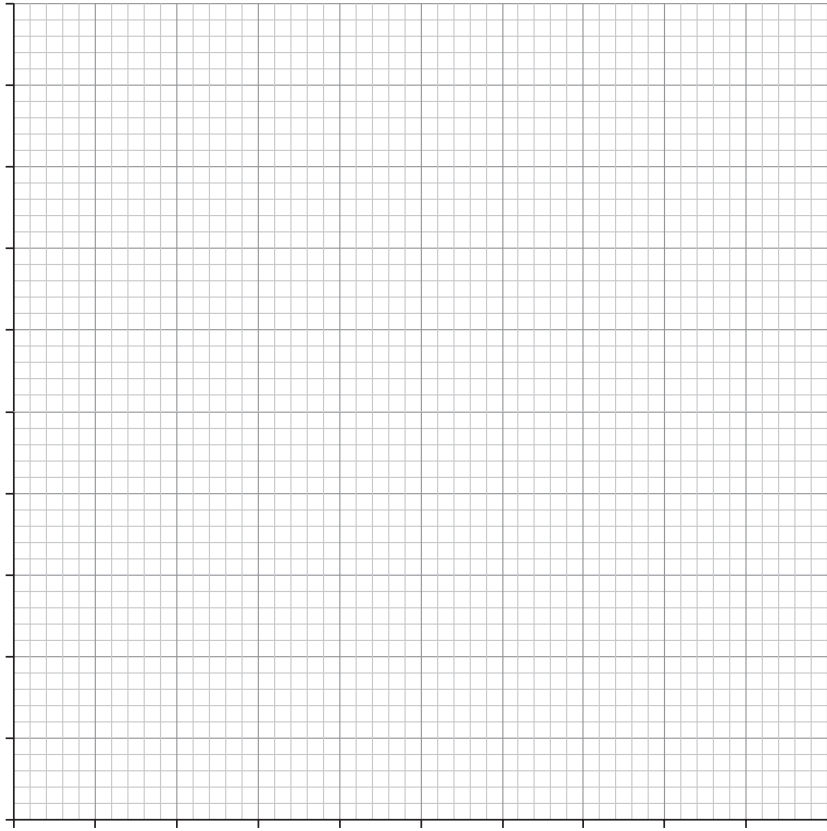
Expérience III – Ressort sur une surface diagonale sans frottement

Les élèves relèvent graduellement un bout de la surface horizontale, décrite à l'Expérience II, et observent le mouvement de la masse.



1. À l'aide des modèles physiques de la loi de Hooke, des lois de Newton et des principes physiques de la conservation de l'énergie, **analysez** les systèmes masse-ressort décrits ci-dessus. Dans votre réponse :
- utilisez l'analyse graphique pour **déterminer** la constante d'élasticité du ressort.
 - **déterminez** la période, l'amplitude et la vitesse maximale de la masse dans le système masse-ressort horizontal.
 - **dessinez et légendez** les diagrammes des forces importantes qui agissent sur la masse dans chacune des situations suivantes :
 - La masse est suspendue du bas du ressort vertical de l'Expérience I.
 - La masse est à la position d'équilibre dans le système masse-ressort horizontal de l'Expérience II.
 - La masse est à son déplacement maximal dans le système masse-ressort horizontal de l'Expérience II.
 - La masse est à la moitié de son déplacement maximal dans le système masse-ressort horizontal de l'Expérience II.
 - **expliquez** les changements de la force de rappel causés par le ressort et l'accélération de la masse au cours d'une oscillation complète à l'Expérience II.
 - **définissez** les termes de physique *système ouvert* et *système fermé*. **Comparez** l'oscillation d'un ressort dans un système ouvert avec celle dans un système fermé.
 - **expliquez** l'effet du changement d'une surface horizontale à une surface inclinée sur l'étirement du ressort et le mouvement de la masse, comme c'est décrit dans l'Expérience III. **Justifiez** votre réponse au moyen d'un diagramme de force.







(Titre)

(Légende)

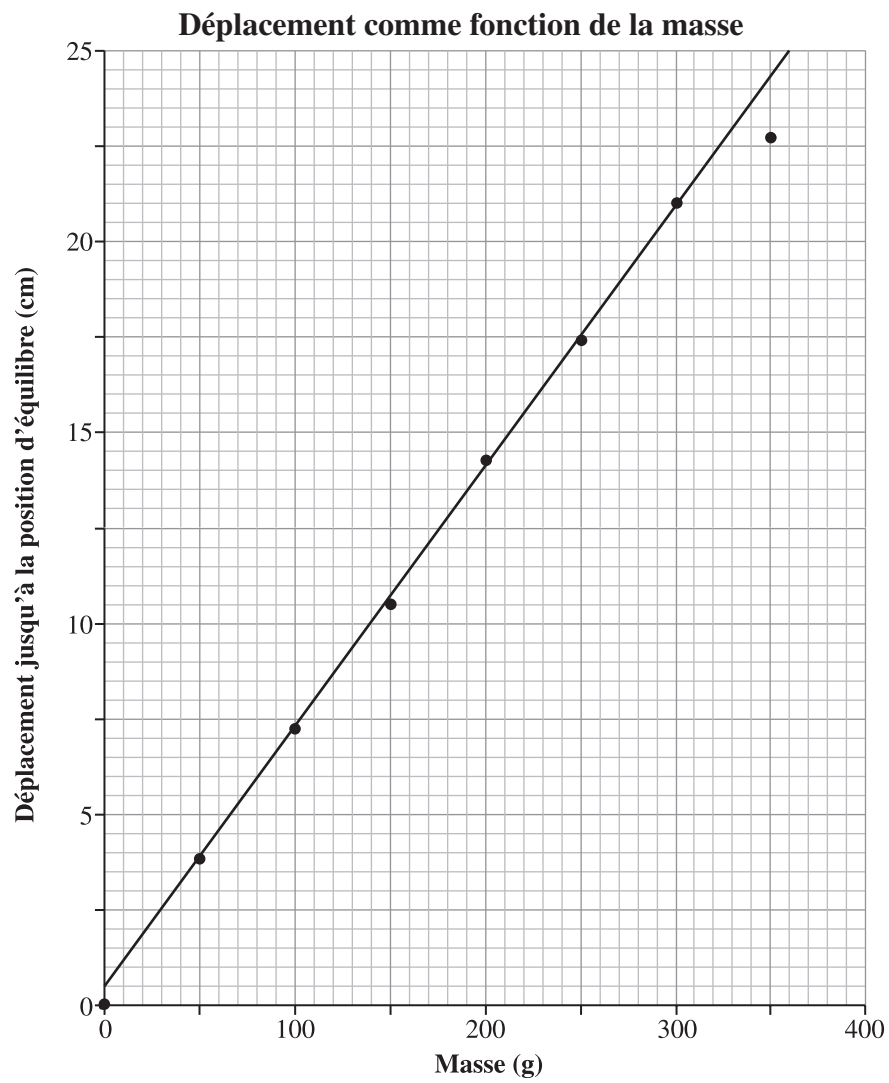


(Légende)

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Utilisez l'analyse graphique pour déterminer la constante d'élasticité du ressort. (P20–D1.3c, D1.3h)</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 démontré par la réponse.</p> <table border="1" data-bbox="293 667 586 1465"> <thead> <tr> <th>Titre</th> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Légendes des axes</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Échelles des axes</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Points de données</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Droite la mieux ajustée</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Formule(s)</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Substitutions</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Réponses</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p>	Titre	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	Légendes des axes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Échelles des axes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Points de données	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Droite la mieux ajustée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Formule(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Substitutions	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Réponses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<p>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
Titre	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																															
Légendes des axes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
Échelles des axes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
Points de données	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
Droite la mieux ajustée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
Formule(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
Substitutions	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
Réponses	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
<p>Déterminez la période, l'amplitude et la vitesse maximale de la masse dans le système masse-ressort horizontal. (P20–D1.1c, D1.3c, D1.3h)</p>	<p>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>Dessinez et légendez les diagrammes des forces importantes qui agissent sur la masse dans chacune des situations suivantes. P20–D1.2c, D1.3h)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez et légendez</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 démontré par la réponse.	Retour en arrière
<p>Expliquez les changements de la force de rappel causés par le ressort et l'accélération de la masse au cours d'une oscillation complète à l'Expérience II. (P20–D1.2c, D1.3c)</p>	<p>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 démontré 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>Définissez les termes de physique système ouvert et système fermé. Comparez l'oscillation d'un ressort dans un système ouvert avec celle dans un système fermé. P20–C2.3c, D1)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Définissez Comparez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré 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>Expliquez l'effet du changement d'une surface horizontale à une surface inclinée sur l'éirement du ressort et le mouvement de la masse, comme c'est décrit dans l'Expérience III. Justifiez votre réponse au moyen d'un diagramme de force. (P20–D1.4c)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Expliquez Justifiez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontré par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>

Exemples de réponse et commentaires aux enseignants



L'équation d'une droite est $y = mx + b$.

Dans ce contexte, la loi de Hooke, $\vec{F} = k\vec{x}$ et $\vec{F} = m\vec{g}$ s'applique :

$$|F_{\text{Loi de Hooke}}| = |F_g|$$

$$kx = mg$$

$$x = \frac{mg}{k}$$

Si on la fait correspondre à $y = \text{pente } x + b$ on obtient $\text{pente} = \frac{g}{k}$

Si on la modifie en fonction de k on obtient $k = \frac{g}{\text{pente}}$

$$\text{pente} = \frac{\text{diff. des ordonnées}}{\text{diff. des abscisses}}$$

$$= \frac{23,5 \text{ cm} - 4,5 \text{ cm}}{340 \text{ g} - 60 \text{ g}}$$

$$= 0,06785 \text{ cm/g} \quad \text{ou} \quad 0,67856 \text{ m/kg}$$

$$k = \frac{g}{\text{pente}} = \frac{9,81 \text{ m/s}^2}{0,6785 \text{ m/kg}} = 14,456 \text{ N/m}$$

Une valeur possible de la constante d'élasticité est de 14,5 N/m.

La période correspond au temps requis pour un cycle. Le graphique indique 3 cycles en 3,0 s, donc la période, T , est de 1,0 s. L'amplitude correspond au déplacement maximal depuis l'équilibre.

L'amplitude positive est d'environ 28,0 cm et l'amplitude négative, d'environ -28,0 cm. L'amplitude du graphique serait donc de 28,0 cm.

On peut trouver la vitesse maximale en utilisant la conservation de l'énergie, qui constitue un modèle valide lorsqu'il n'y a aucun frottement.

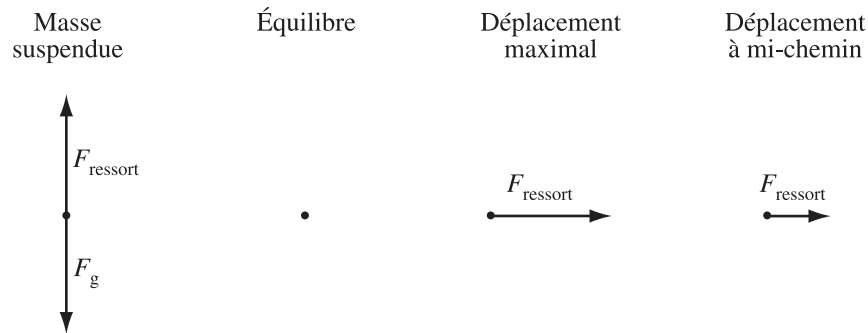
$$E_{c_{\text{max}}} = E_{p_{\text{max}}}$$

$$\frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 = \frac{1}{2}kx^2$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{(14,5 \text{ N/m})(0,28 \text{ m})^2}{(0,400 \text{ kg})}}$$

$$v_{\text{max}} = 1,7 \text{ m/s}$$

Diagrammes de force



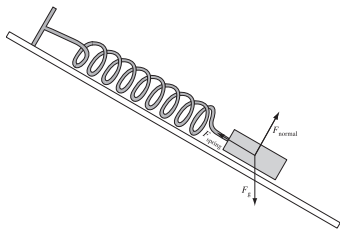
Pendant un cycle complet, commençant avec le déplacement maximal d'un côté, la force de rappel est maximale, comme le décrit $\vec{F} = k\vec{x}$ et $\vec{F} = m\vec{g}$. Cela signifie que la masse a une accélération maximale à ce point, comme l'indique $\vec{F} = k\vec{x}$ et $\vec{F} = m\vec{g}$. Lorsque la masse accélère vers la position d'équilibre, la force de rappel qui agit sur la masse diminue, et l'accélération diminue également. Lorsque la masse traverse la position d'équilibre, la force et l'accélération sont instantanément zéro. Puis, elles augmentent toutes les deux, mais dans des directions opposées au mouvement, ce qui fait ralentir la masse jusqu'à ce que l'étirement maximal de l'autre côté soit atteint. À ce point-là, la force et l'accélération sont encore à leur maximum et sont dirigées vers la position d'équilibre. Cette description en entier se répète pour la seconde moitié du cycle.

Un système ouvert peut subir des changements de masse ou d'énergie. Un système fermé ne subit pas de changements de masse ni d'énergie. Un ressort vertical dans un système ouvert perdra de l'énergie à cause du système, de sorte que l'étirement diminuera graduellement. Un ressort dans un système fermé ne perdra pas d'énergie et continuera d'osciller de la même façon.

Incliner la surface horizontale peut avoir deux effets, selon la façon d'incliner la surface.

Cas I

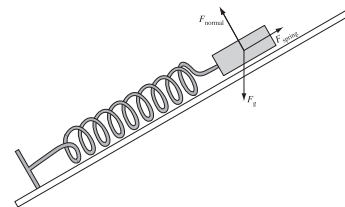
Le ressort s'étirera davantage parce que la gravité agira, amenant la distance du point d'équilibre plus près du bas de la rampe.



OU

Cas II

Le ressort se comprimera davantage parce que la gravité agira, amenant la distance du point d'équilibre plus près du bas de la rampe.



À noter : Certains ressorts, lorsqu'on ne leur accroche pas de poids, n'ont pas d'espace entre les spires et ne comportent pas de mouvement harmonique simple. D'autres ressorts, comme ceux dans les suspensions automobiles ou les stylos rétractables, comportent un espace et donc un mouvement harmonique simple, encore plus près du bas de la rampe.

Physique 30 – Matériel d'évaluation formative et de rétroaction par les pairs

Loi de Coulomb

Introduction

Cette question est conçue pour étudier l'analyse graphique et l'analyse en 2-D, quand le modèle physique fonctionne et quand il ne fonctionne pas. Les élèves qui maîtrisent l'analyse vectorielle en 2-D, la conception de graphique et l'analyse vectorielle devraient pouvoir répondre à toute la question en 40 minutes.

Cette question est intéressante parce que le graphique des observations est parfaitement linéaire, alors que le graphique se rapportant à un modèle physique ne l'est pas. Ceci vise à ce que l'élève de niveau avancé comprenne que les modèles physiques comportent des forces et des faiblesses. Par conséquent, il y a des occasions, dans le quotidien, où les modèles physiques fournissent des prédictions justes, et des situations où ils ne le font pas. L'un des objectifs de la science est d'arriver à comprendre pourquoi les modèles fonctionnent et, dans le cas contraire, comment on peut les améliorer.

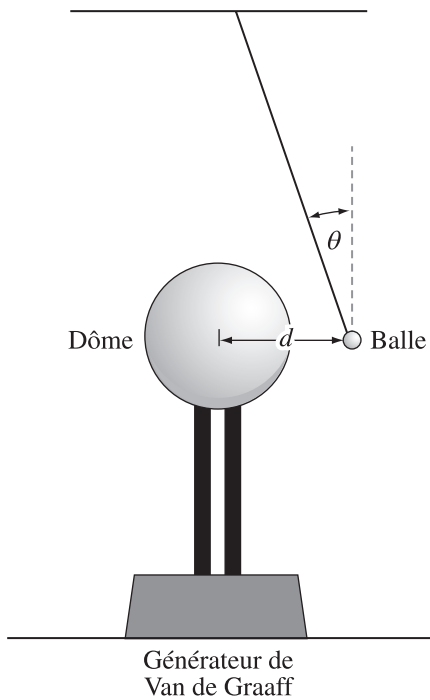
Cette question explore des concepts de Physique 30 – Unités B1 et B2.

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

On réalise une expérience pour déterminer la valeur du produit des charges sur le dôme d'un générateur de Van de Graaff et une balle chargée. Une balle initialement neutre est suspendue au moyen d'une corde isolée près du dôme d'un générateur de Van de Graaff initialement neutre. On allume le générateur, qui devient chargé négativement. La balle se balance vers le dôme, le touche, puis est repoussée par le dôme. On éteint le générateur, et la balle restant en place.

Lorsque le générateur de Van de Graaff est déplacé à gauche, l'angle, θ , que fait la corde avec la verticale est mesuré de la façon illustrée ci-dessous.

Installation expérimentale



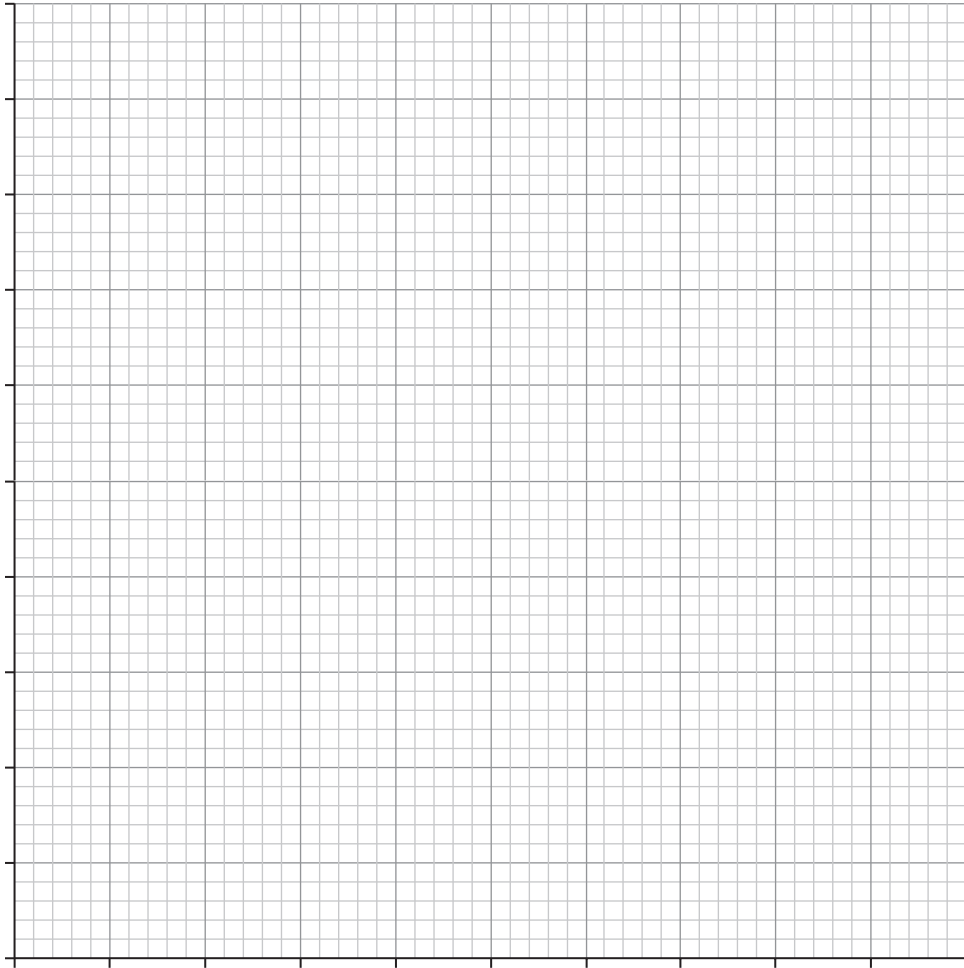
Résultats expérimentaux

Distance (m)	Angle ($^{\circ}$)	Force électrostatique (10^{-3} N)
0,25	17,3	5,5
0,30	15,8	5,0
0,35	14,0	4,4
0,40	10,8	3,3
0,50	7,0	2,2
0,60	4,9	1,5
0,70	3,6	1,1

1. À l'aide des concepts physiques de charge électrique, de forces et de champs électriques, et de l'analyse graphique, **analysez** l'interaction de la charge de la balle et de celle du dôme du générateur de Van de Graaff. Dans votre réponse :
- **dessinez** et **légendez** plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique.
 - **dessinez** la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. **Expliquez** le mouvement de la balle.
 - **expliquez** ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur.
 - **expliquez** les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur.
 - **expliquez** pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental.
 - **déterminez** la masse de la balle. **Justifiez** votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés.
 - **fournissez** un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite la mieux ajustée, **déterminez** le produit des deux charges.
 - **évaluez** la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue.

(Titre)

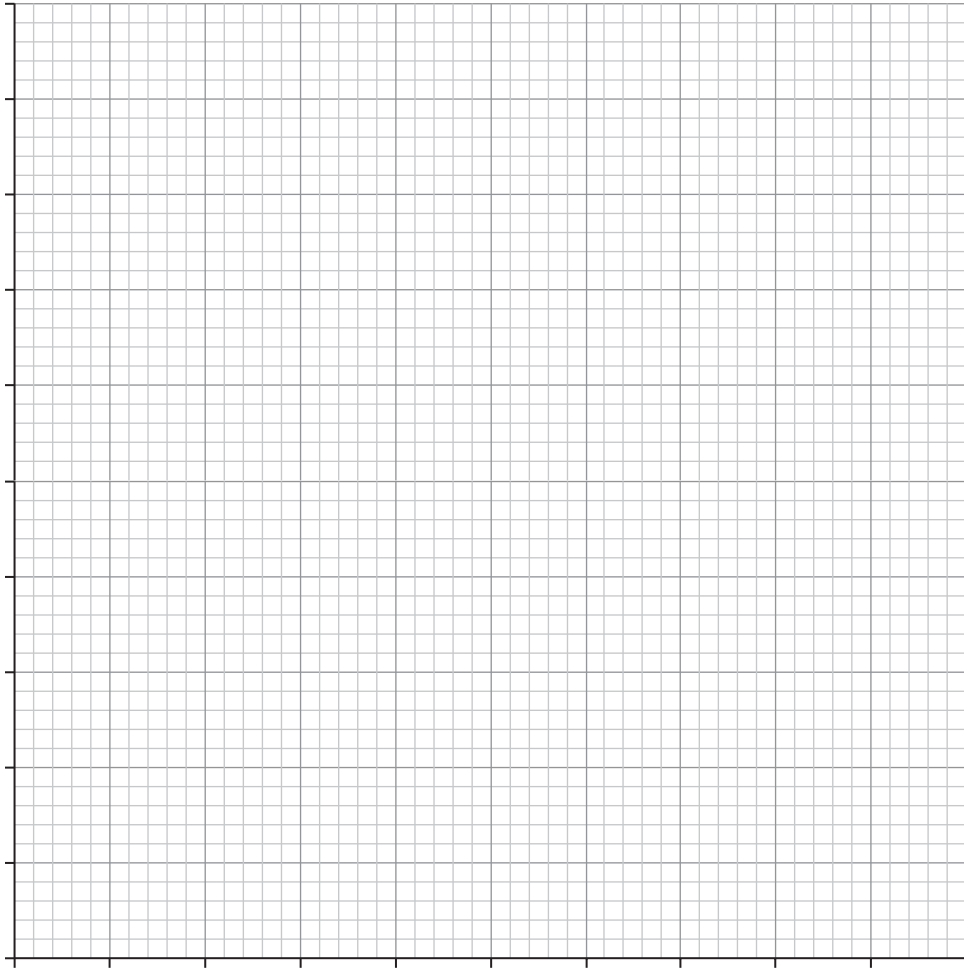
(Légende)













(Légende)

(Titre)

(Légende)



(Légende)

		Retour en arrière
<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Dessinez et légendez plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique. (P30–B2.6c, B2.2h)</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>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez  </p> <p>Légendez  </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 la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. Expliquez le mouvement de la balle. (P30–B1.1c, B1.2c, B1.3h)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez  </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>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Expliquez ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur. (P30–B1.3c)</p>	<p>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>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Expliquez les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur. (P30–B1.4c, B2.4c)</p>	<p>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>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>

Liens du programme aux activités liées à cette question Expliquez pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental. (P30–B1.1h)	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. Connaisances Compréhension/Application Activités mentales supérieures Expliquez _____ Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...	Retour en arrière
Déterminez la masse de la balle. Justifiez votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés. (P30–B1.6c, B1.3h)	Absent Présent avec erreur(s) Présent et juste Direction de référence <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Conventions vectorielles <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Principes de physique <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Formule(s) <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Substitutions <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Réponse conforme <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Absent Présent avec erreur(s) Présent et juste Titre <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Légendes des axes <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Échelles des axes <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Points de données <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Droite la mieux ajustée <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Formule(s) <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Substitutions <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Réponses <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...	Changements que je vais apporter à ma réponse...
		Changements que je vais apporter à ma réponse...

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>Fournissez un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite mieux ajustée, déterminez le produit des deux charges. (P30–B1.6c, B1.3h)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p>	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Changements que je vais apporter à ma réponse...
Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																														
<p>Évaluez la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue. (P30–B1.6c, B1.8c, B1.3h)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Connaissances</th> <th>Compréhension/Application</th> <th>Activités mentales supérieures</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <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>	Connaissances	Compréhension/Application	Activités mentales supérieures	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Changements que je vais apporter à ma réponse...																								
Connaissances	Compréhension/Application	Activités mentales supérieures																														
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																														

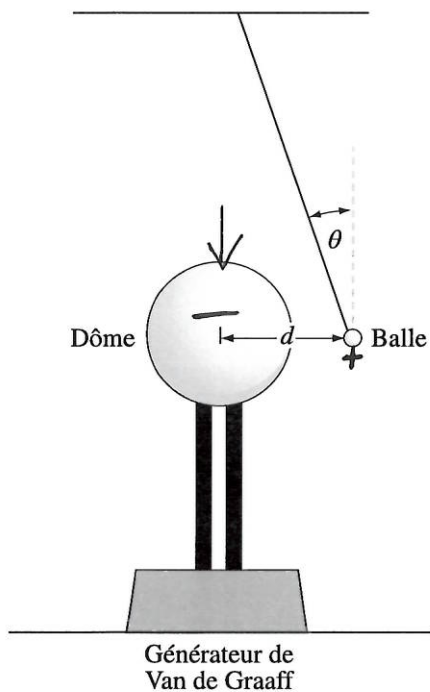
Réponse de l'élève 1

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

On réalise une expérience pour déterminer la valeur du produit des charges sur le dôme d'un générateur de Van de Graaff et une balle chargée. Une balle initialement neutre est suspendue au moyen d'une corde isolée près du dôme d'un générateur de Van de Graaff initialement neutre. On allume le générateur, qui devient chargé négativement. La balle se balance vers le dôme, le touche, puis est repoussée par le dôme. On éteint le générateur, et la balle restent en place.

Lorsque le générateur de Van de Graaff est déplacé à gauche, l'angle, θ , que fait la corde avec la verticale est mesuré de la façon illustrée ci-dessous.

Installation expérimentale



Résultats expérimentaux

Distance (m)	Angle (°)	Force électrostatique (10^{-3} N)
0,25	17,3	5,5
0,30	15,8	5,0
0,35	14,0	4,4
0,40	10,8	3,3
0,50	7,0	2,2
0,60	4,9	1,5
0,70	3,6	1,1

La balle est chargée positivement, elle est donc attirée vers le dôme. Les contraires s'attirent. La balle touche le dôme, devient de même charge que le dôme, parce que la charge est conservée et distribuée également. Les charges sont les mêmes.

Le fait que la balle reste à la même place signifie que rien ne change. Les variables sont contrôlées.

1. À l'aide des concepts physiques de charge électrique, de forces et de champs électriques, et de l'analyse graphique, **analysez** l'interaction de la charge de la balle et de celle du dôme du générateur de Van de Graaff. Dans votre réponse :

- **dessinez** et **légendez** plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique.
- **dessinez** la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. **Expliquez** le mouvement de la balle.
- **expliquez** ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur.
- **expliquez** les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur.
- **expliquez** pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental.
- **déterminez** la masse de la balle. **Justifiez** votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés.
- **fournissez** un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite la mieux ajustée, **déterminez** le produit des deux charges.
- **évaluez** la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue.

masse →  angle

$$\tan \theta = \frac{F_e}{F_g}$$

$$F_{g0} = \frac{5,5 \times 10^{-3} \text{ N}}{\tan 17,3} = 0,017658467$$

$$F_{g1} = 0,0176696254$$

$$F_{g2} = 0,0176474361$$

$$F_{g3} = 0,0172992058$$

$$F_{g4} = 0,0179175621$$

$$F_{g5} = 0,0174967429$$

$$F_{g6} = + 0,0174839993$$

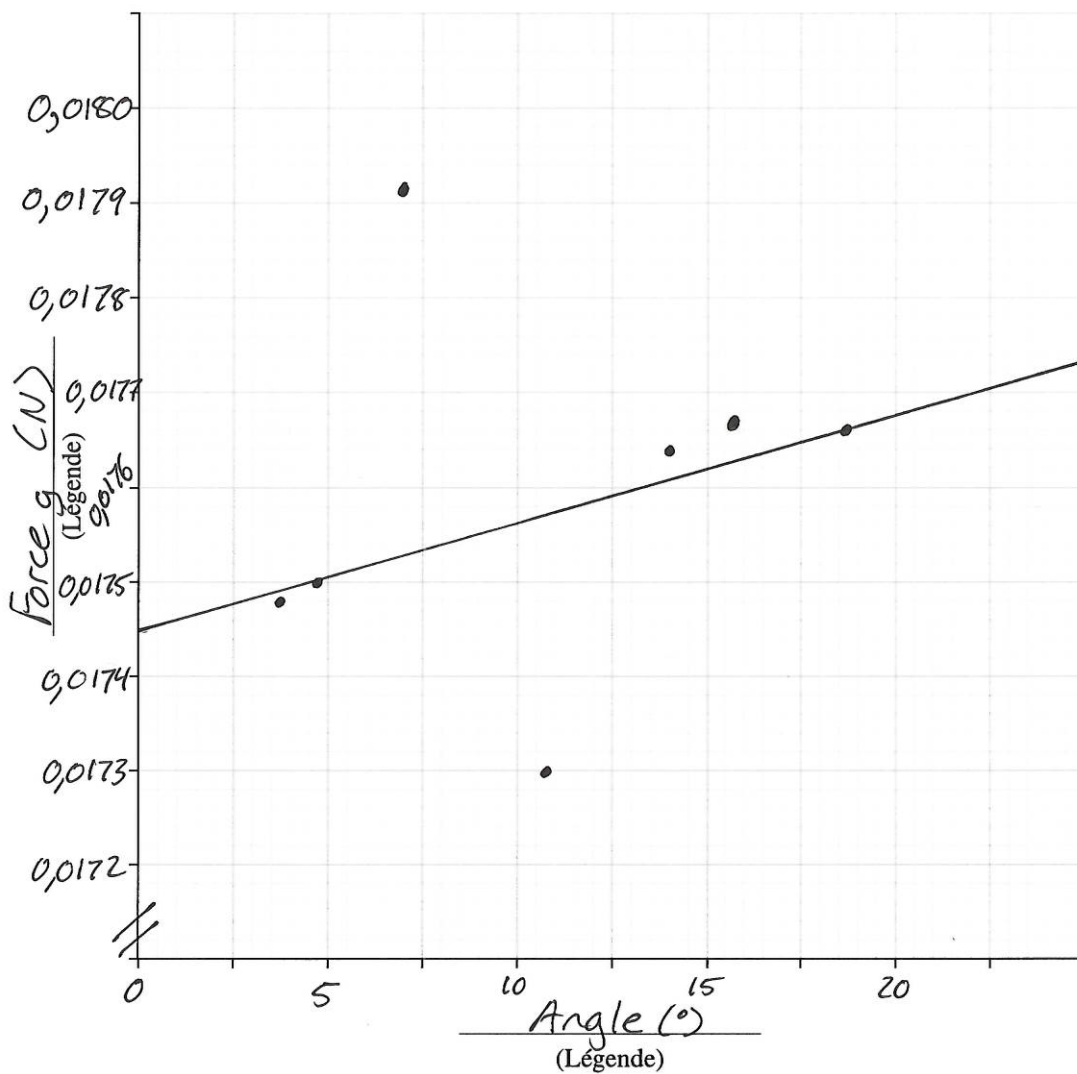
$$0,1231721993$$

$$\text{moyenne : } \frac{0,1237}{7} = 0,0176714286 \text{ N}$$

$$\text{masse} = \frac{F_g}{g} = 2,56 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

Force en fonction de l'angle

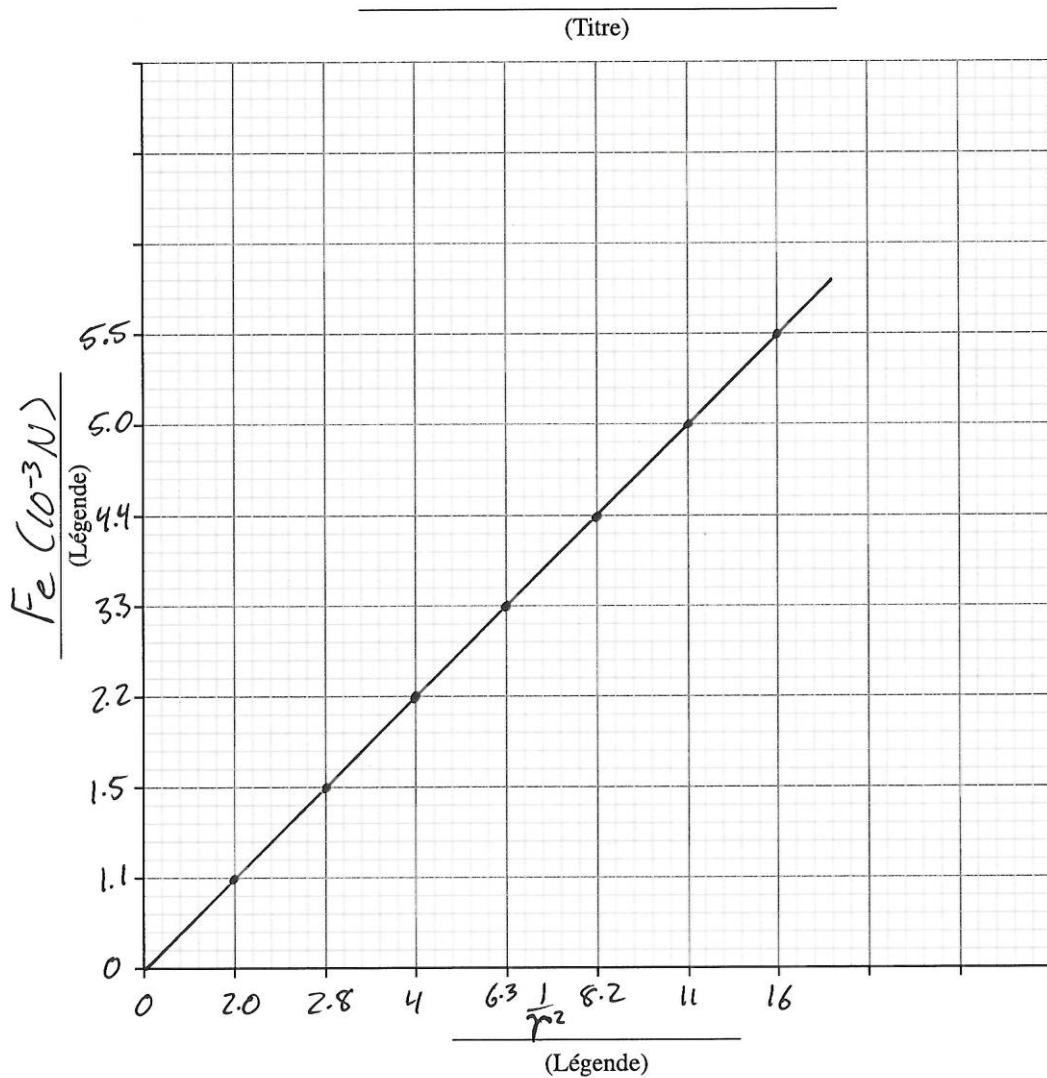
(Titre)



utilisez l'ordonnée à l'origine : $F_g = 0,01746 \text{ N}$

$$m = \frac{0,01746 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 1,7798 \times 10^{-3} \text{ kg}$$



Deuxième graphique :
 en fonction de la loi de Coulomb : $F_e = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$

tracez F_e comme fonction de $\frac{1}{r^2}$

$$q_1 q_2 = \frac{r^2 \cdot F_e}{k}$$

$$= \frac{(0,25 \text{ m})^2 (5,5 \times 10^{-3} \text{ N})}{8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2}$$

$$= 1,53 \times 10^{-13} \text{ C}$$

$\frac{1}{r^2} (\text{m}^{-2})$	$F_e (10^{-3} \text{ N})$
16	5,5
11	5,0
8,2	4,4
6,3	3,3
4	2,2
2,8	1,5
2,0	1,1

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Dessinez et légendez plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique. (P30–B2.6c, B2.2h)</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>Connaissances <input checked="" type="checkbox"/> Compréhension/Application <input checked="" type="checkbox"/> Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez <input checked="" type="checkbox"/> Légendez <input checked="" type="checkbox"/></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><i>Ta flèche est dans la bonne direction, mais cela ne répond pas à la question. Où est la légende?</i></p>	<p>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Plus de flèches</i></p>
<p>Dessinez la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. Expliquez le mouvement de la balle. (P30–B1.1c, B1.2c, B1.3h)</p>	<p>Connaissances <input checked="" type="checkbox"/> Compréhension/Application <input checked="" type="checkbox"/> Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez <input checked="" type="checkbox"/> Expliquez <input checked="" type="checkbox"/></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><i>Les charges du dôme se trouvent sur la surface. La balle n'est plus chargée positivement! To as bien compris que les contraires s'attirent.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Utiliser davantage des mots comme se repoussent / les s'attirent...</i></p>
<p>Expliquez ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur. (P30–B1.3c)</p>	<p>Connaissances <input type="checkbox"/> Compréhension/Application <input checked="" type="checkbox"/> Activités mentales supérieures</p> <p>Expliquez <input type="checkbox"/></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><i>Tu as transféré les charges, cependant, la conclusion fondée sur la conservation des charges est invalide.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Expliquez les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur. (P30–B1.4c, B2.4c)</p>	<p>Connaissances <input checked="" type="checkbox"/> Compréhension/Application <input checked="" type="checkbox"/> Activités mentales supérieures</p> <p>Expliquez <input checked="" type="checkbox"/></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><i>Les charges sont de même nature, oui, mais elles ont des grandeurs différentes... Explique mieux!</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Les charges sont les mêmes.</i></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>Expliquez pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental. (P30–B1.1h)</p>	<p>Expliquez <input type="checkbox"/> X <input type="checkbox"/></p> <p>Connaissances <input type="checkbox"/> Compréhension/Application <input type="checkbox"/> Activités mentales supérieures <input type="checkbox"/></p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Tu as identifié les charges et énoncé que les variables sont contrôlées, mais tu n'as pas parlé du contexte expérimental.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>La charge statique est contrôlée.</i></p>																																													
<p>Déterminez la masse de la balle. Justifiez votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés. (P30–B1.6c, B1.3h)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>L'analyse vectorielle est trop simple - refais-la! L'analyse mathématique est hexacte - il manque une mesure dans la moyenne. Les réponses pour les deux méthodes devraient être identiques.</i></p>	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																																													
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Fournissez un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite mieux ajustée, déterminez le produit des deux charges. (P30–B1.6c, B1.3h)</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> <table border="1" data-bbox="308 672 609 1480"> <thead> <tr> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p>	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<p>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																											
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<p>Évaluez la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue. (P30–B1.6c, B1.8c, B1.3h)</p>	<p>Même si tu as créé un graphique, l'échelle est incorrecte. Donc, l'analyse est inexacte. Tu n'as pas mis la distance au carré dans les calculs de la loi de Coulomb.</p>	<p>se souvenir de mettre r au carré!</p>																											
<p>Évaluez la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue. (P30–B1.6c, B1.8c, B1.3h)</p>	<p>Connaissances <input type="checkbox"/> Compréhension/Application <input checked="" type="checkbox"/> Activités mentales supérieures <input type="checkbox"/></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>Ta conclusion correspond à ton graphique. Mais ton graphique est INCORRECT!</p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p>Utiliser la loi de Coulomb correctement.</p>																											

Réponse de l'élève 2

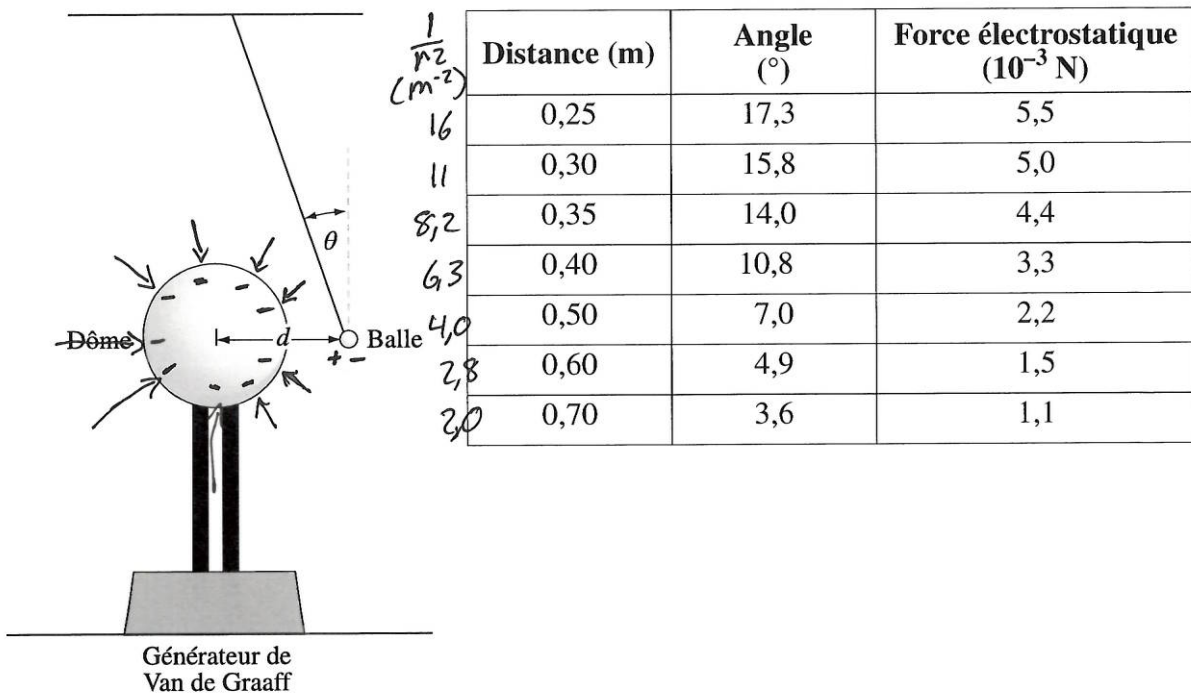
Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à la question suivante.

On réalise une expérience pour déterminer la valeur du produit des charges sur le dôme d'un générateur de Van de Graaff et une balle chargée. Une balle initialement neutre est suspendue au moyen d'une corde isolée près du dôme d'un générateur de Van de Graaff initialement neutre. On allume le générateur, qui devient chargé négativement. La balle se balance vers le dôme, le touche, puis est repoussée par le dôme. On éteint le générateur, et la balle restant en place.

Lorsque le générateur de Van de Graaff est déplacé à gauche, l'angle, θ , que fait la corde avec la verticale est mesuré de la façon illustrée ci-dessous.

Installation expérimentale

Résultats expérimentaux



La balle se balance vers le dôme, le touche et est repoussée. C'est parce que les charges contraires s'attirent et que les charges semblables se repoussent. La balle touche le dôme, devient chargée parce qu'une partie de la charge négative est transférée. La charge totale du système reste constante, donc la balle obtient une partie de la charge, mais le dôme en conserve une grande part. La balle reste en place quand on éteint le générateur, ce qui signifie que la force est constante. Puisque le spécimen tente de mesurer la force, il est important de la maintenir contrôlée. Cela signifie également que la charge n'a pas changé davantage. Il s'agit d'une autre variable contrôlée.

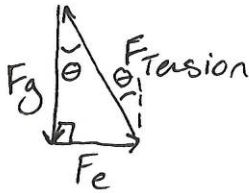
1. À l'aide des concepts physiques de charge électrique, de forces et de champs électriques, et de l'analyse graphique, **analysez** l'interaction de la charge de la balle et de celle du dôme du générateur de Van de Graaff. Dans votre réponse :

- **dessinez et légendez** plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique.
- **dessinez** la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. **Expliquez** le mouvement de la balle.
- **expliquez** ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur.
- **expliquez** les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur.
- **expliquez** pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental.
- **déterminez** la masse de la balle. **Justifiez** votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés.
- **fournissez** un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite la mieux ajustée, **déterminez** le produit des deux charges.
- **évaluez** la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue.

Masse :

$$m = \frac{F_g}{g}$$

Comment obtenir F_g ?



$$\text{Tangente } \theta = \frac{F_e}{F_g}$$

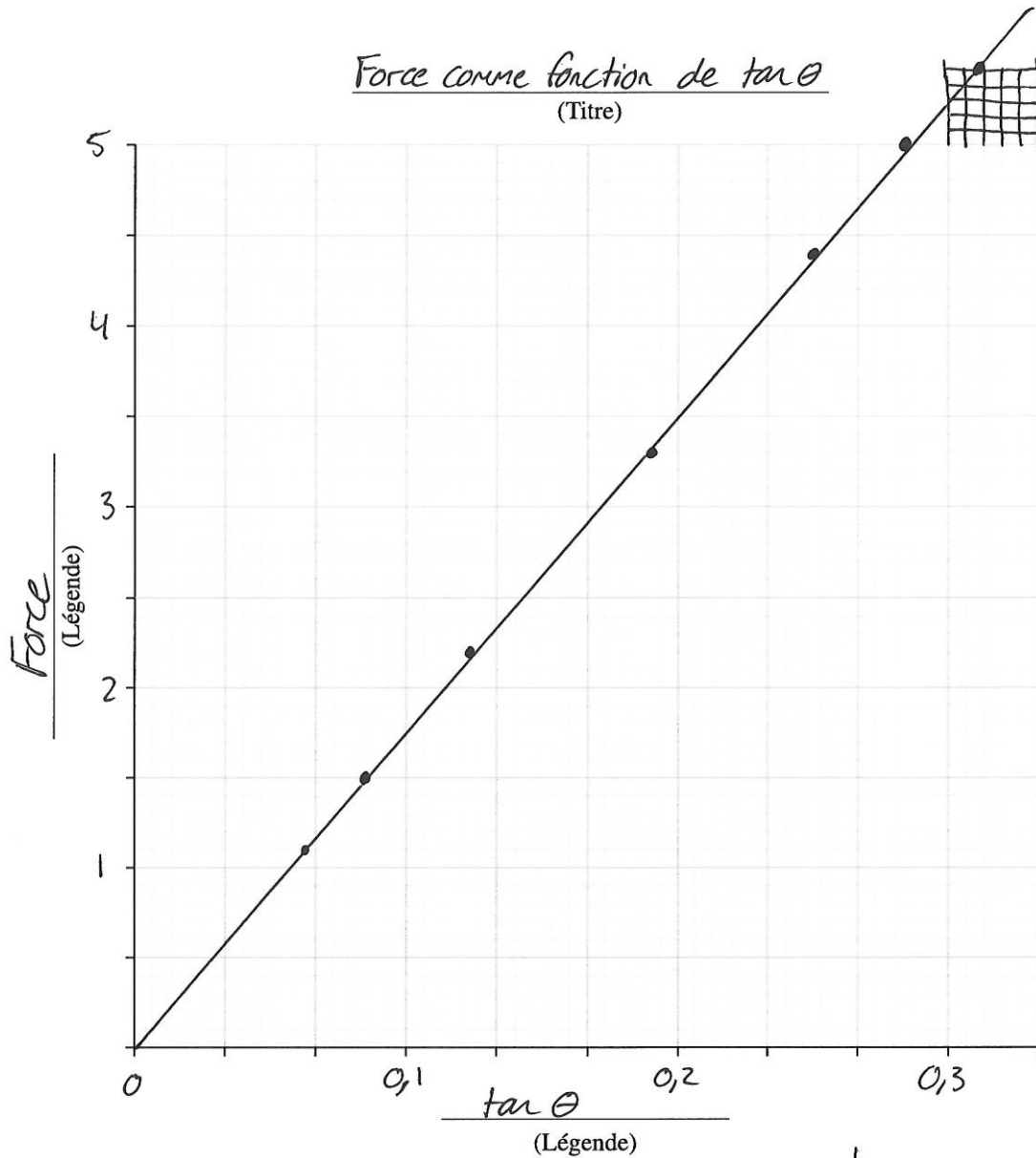
$$F_g = \frac{F_e}{\tan \theta}$$

Graphique F_e comme fonction de $\tan \theta$

Donc, pente = F_g .

θ	$\tan \theta$	F_e
17,3	0,311	5,5
15,8	0,283	5,0
14,0	0,249	4,4
10,8	0,191	3,3
7,0	0,123	2,2
4,9	0,086	1,5
3,6	0,063	1,1

Force comme fonction de $\tan \theta$
(Titre)



$\frac{1}{15}$ divisions \Rightarrow 1 division = 0,006

$$\text{Pente} = \frac{\text{diff. des ordonnées}}{\text{diff. des abscisses}}$$

$$= \frac{3,3}{0,191}$$

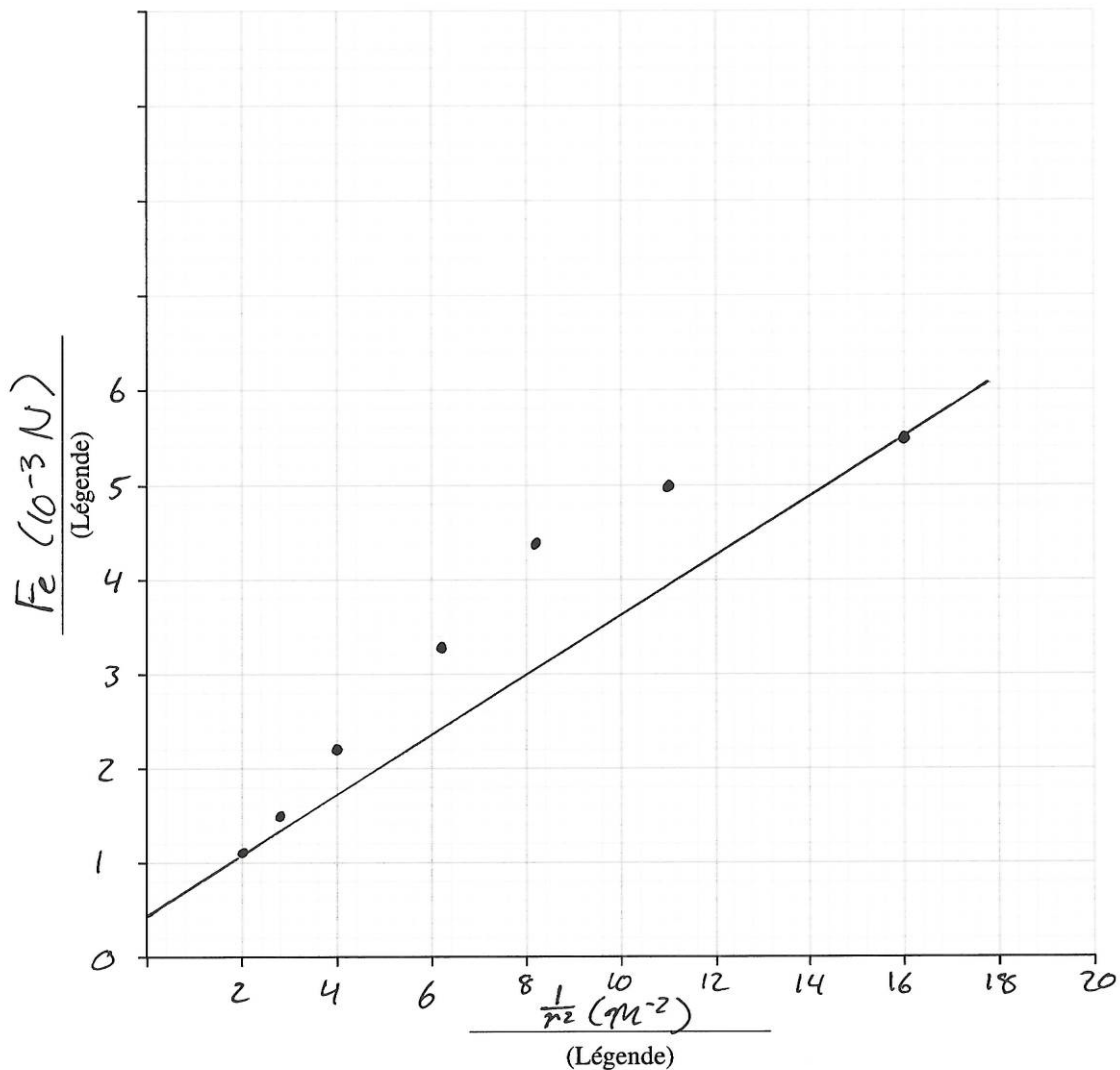
$$= 17,277$$

$$m = \frac{17,277}{9,81}$$

$$= 1,7612 \text{ kg}$$

Graphique de la loi de Coulomb

(Titre)



Loi de Coulomb

$$F_e = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

F_e varie comme $\frac{1}{r^2}$

$$\text{Pente} = \frac{\text{diff. des ordonnées}}{\text{diff. des abscisses}}$$

$$= \frac{5,5 \times 10^{-3} \text{ N}}{16 \text{ m}^{-2}}$$

$$= 3,4375 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}^2$$

$$q_1 \cdot q_2 = 3,44 \times 10^{-4} \text{ C}^2$$

La loi de Coulomb semble constituer un mauvais modèle pour ces données parce que les points ne se situent pas sur la droite. Il doit y avoir une erreur de procédure, parce que les équations physiques décrivent les conditions covariantes. Le problème se situe du côté du laboratoire et non de la loi.



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>Dessinez et légendez plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique. (P30-B2.6c, B2.2h)</p>	<p>Connaissances <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Dessinez <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Légendez <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></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><i>Tes flèches pointent vers l'intérieur et sont différentes longues, mais tu as compris l'idée de la forme en général. IL MANQUE une légende!</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Faire des flèches de même longueur. De plus, LIRE LA QUESTION.</i></p>
<p>Dessinez la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. Expliquez le mouvement de la balle. (P30-B1.1c, B1.2c, B1.3h)</p>	<p>Connaissances <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Dessinez <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Expliquez <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></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><i>Tu observes que la balle est neutre, mais tu ne dis pas pourquoi ni comment cela se fait.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Expliquez ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur. (P30-B1.3c)</p>	<p>Connaissances <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Expliquez <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></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><i>Tu as obtenu le mouvement de la charge négative. Tu dois expliquer comment/pourquoi - pense à la « conduction ».</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Plus de précisions Flux des électrons (é-) Utiliser des mots comme conduction et induction.</i></p>
<p>Expliquez les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur. (P30-B1.4c, B2.4c)</p>	<p>Connaissances <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Expliquez <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></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><i>La conservation de la charge est exacte, mais « une partie de la charge part ». Tu n'as pas indiqué « pourquoi » seulement une partie.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Ajouter la différence de potentiel électrique et la conservation de l'énergie.</i></p>

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Expliquez pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental. (P30–B1.1h)</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>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Expliquez X</p>	<p>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>																																																
<p>Déterminez la masse de la balle. Justifiez votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés. (P30–B1.6c, B1.3h)</p>	<p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Tu as raison sur le fait que la charge est contrôlée mais la force n'est pas constante parce que nous déplaçons le générateur de Van de Graaff et que la balle se déplacera.</i></p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Unités manquantes</i> <i>Absence de 10 sur la force</i></p> <table border="0"> <thead> <tr> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Unités manquantes et absence de la puissance de 10</i> <i>Pas sur la droite</i> <i>Chiffres significatifs</i></p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p style="text-align: center;"><i>Voir ci-dessus</i></p>	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Enlever les références aux forces</i></p>
Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																																																
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																
Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																																																
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																																																
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																																																
<p>Déterminez la masse de la balle. Justifiez votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés. (P30–B1.6c, B1.3h)</p>	<p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p style="text-align: center;"><i>Voir ci-dessus</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Inclure la puissance de 10 présente dans les tableaux de données. Inclure les unités dans les substitutions.</i></p>																																																

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Fournissez un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite mieux ajustée, déterminez le produit des deux charges. (P30-B1.6c, B1.3h)</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> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Titre</th> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Légendes des axes</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/> Pas assez bas</td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Échelles des axes</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Points de données</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Droite la mieux ajustée</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/> Droite mieux ajustée incorrecte</td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Formule(s)</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Substitutions</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/> On seul point est incorrect</td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Réponses</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p><i>Ne suit pas-que s'est-il passé avec k?</i></p>	Titre	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	Légendes des axes	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> Pas assez bas	<input checked="" type="radio"/>	Échelles des axes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Points de données	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Droite la mieux ajustée	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> Droite mieux ajustée incorrecte	<input type="radio"/>	Formule(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Substitutions	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> On seul point est incorrect	<input type="radio"/>	Réponses	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<p>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Tracer une meilleure droite.</i></p> <p><i>Utiliser deux points pour la pente et diviser par k.</i></p>
Titre	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																															
Légendes des axes	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> Pas assez bas	<input checked="" type="radio"/>																															
Échelles des axes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																															
Points de données	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																															
Droite la mieux ajustée	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> Droite mieux ajustée incorrecte	<input type="radio"/>																															
Formule(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																															
Substitutions	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> On seul point est incorrect	<input type="radio"/>																															
Réponses	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>																															
<p>Évaluez la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue. (P30-B1.6c, B1.8c, B1.3h)</p>	<p>Évaluez</p> <p>Connaissances <input type="checkbox"/> Compréhension/Application <input checked="" type="checkbox"/> Activités mentales supérieures <input type="checkbox"/></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><i>le jugement est soutenu par un graphique, mais le graphique est incorrect.</i></p> <p><i>Repeuse la forme apparente du champ près de la balle.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>																																

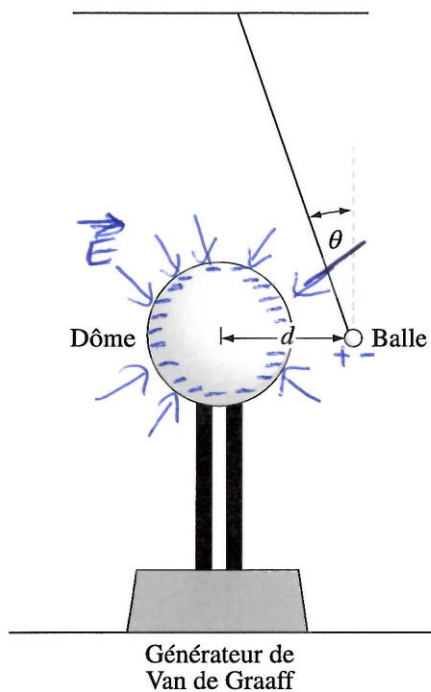
Réponse de l'étève 3

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

On réalise une expérience pour déterminer la valeur du produit des charges sur le dôme d'un générateur de Van de Graaff et une balle chargée. Une balle initialement neutre est suspendue au moyen d'une corde isolée près du dôme d'un générateur de Van de Graaff initialement neutre. On allume le générateur, qui devient chargé négativement. La balle se balance vers le dôme, le touche, puis est repoussée par le dôme. On éteint le générateur, et la balle restant en place.

Lorsque le générateur de Van de Graaff est déplacé à gauche, l'angle, θ , que fait la corde avec la verticale est mesuré de la façon illustrée ci-dessous.

Installation expérimentale



Résultats expérimentaux

Distance (m)	Angle (°)	Force électrostatique (10^{-3} N)
0,25	17,3	5,5
0,30	15,8	5,0
0,35	14,0	4,4
0,40	10,8	3,3
0,50	7,0	2,2
0,60	4,9	1,5
0,70	3,6	1,1

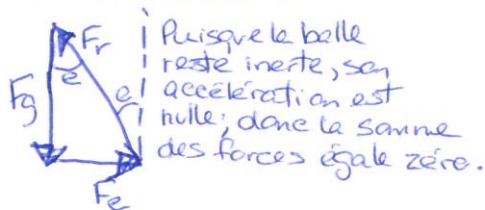
Le champ électrique près du dôme entraîne la "polarisation" de la charge initialement neutre de la balle : les positifs sont attirés et les négatifs, repoussés. Donc, les côtés de la balle les plus près du dôme semblent chargés positivement. Les contraires s'attirent (plus que les charges identiques se repoussent, parce que la distance entre les charges négatives est beaucoup plus grande, donc la force est beaucoup plus petite). Quand la balle touche le dôme, les charges sont transférées jusqu'à ce que le potentiel électrique entre les charges à proximité soit minimal. La balle aura le même type de charge que le dôme (négative), mais celui-ci aura une valeur plus petite, car la balle est plus petite que le dôme.

1. À l'aide des concepts physiques de charge électrique, de forces et de champs électriques, et de l'analyse graphique, **analysez** l'interaction de la charge de la balle et de celle du dôme du générateur de Van de Graaff. Dans votre réponse :

- **dessinez** et **légendez** plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique.
- **dessinez** la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. **Expliquez** le mouvement de la balle.
- **expliquez** ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur.
- **expliquez** les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur.
- **expliquez** pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental.
- **déterminez** la masse de la balle. **Justifiez** votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés.
- **fournissez** un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite la mieux ajustée, **déterminez** le produit des deux charges.
- **évaluez** la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue.

Le fait que la balle reste en place signifie que sa charge et la charge sur le dôme ne changent pas. Le produit des charges, qui constitue le but de l'expérience, devrait rester constant. Si la balle tombait/se balançait vers le dôme, les charges se dissiperaient alors doucement.

Tracer la masse :

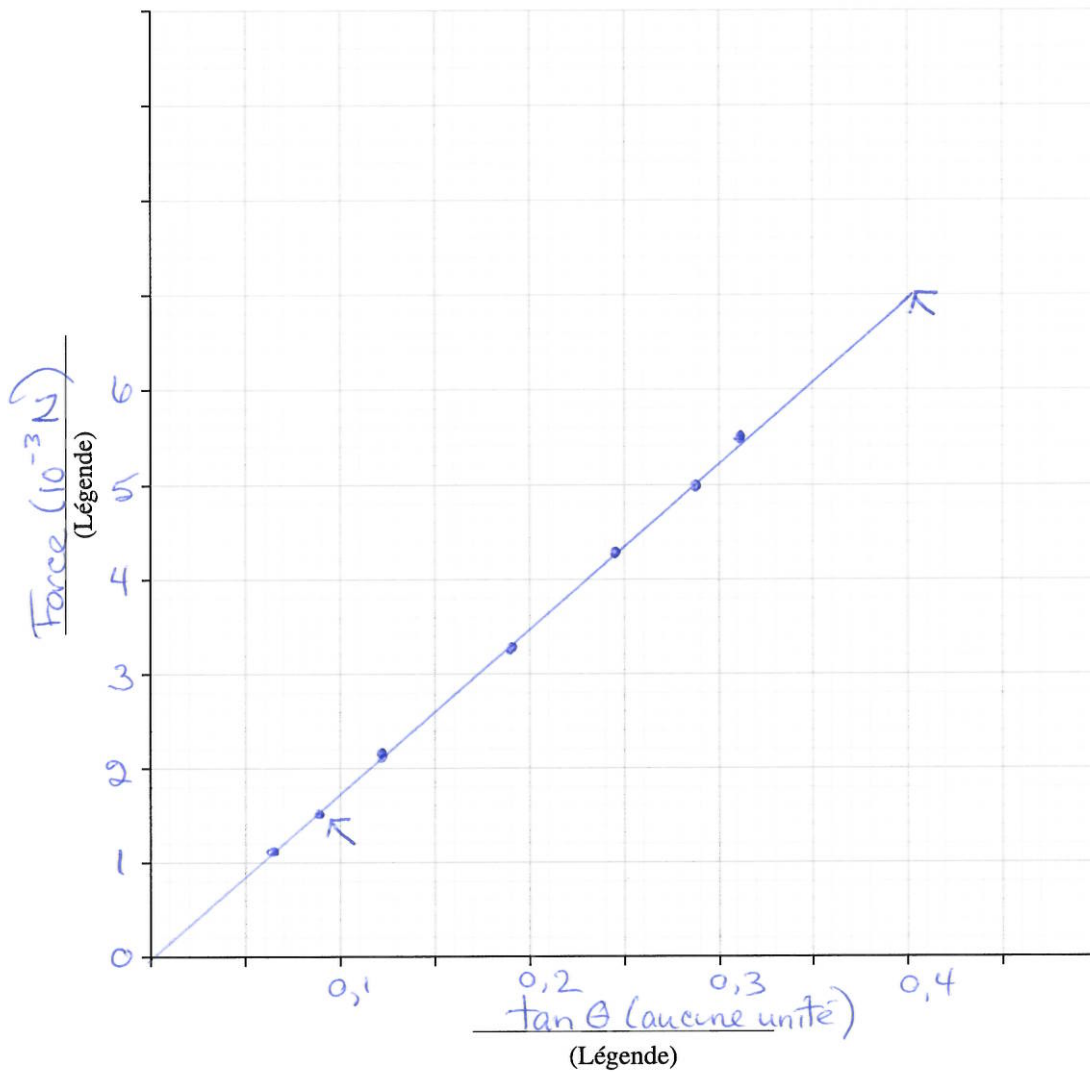


Utilise θ mesuré par rapport à la verticale

$$m = \frac{F_g}{g} \quad F_g = \frac{F_e}{\tan \theta}$$

$$m = \frac{\text{pente}}{g}$$

Force comme fonction
de la tangente de l'angle
(Titre)



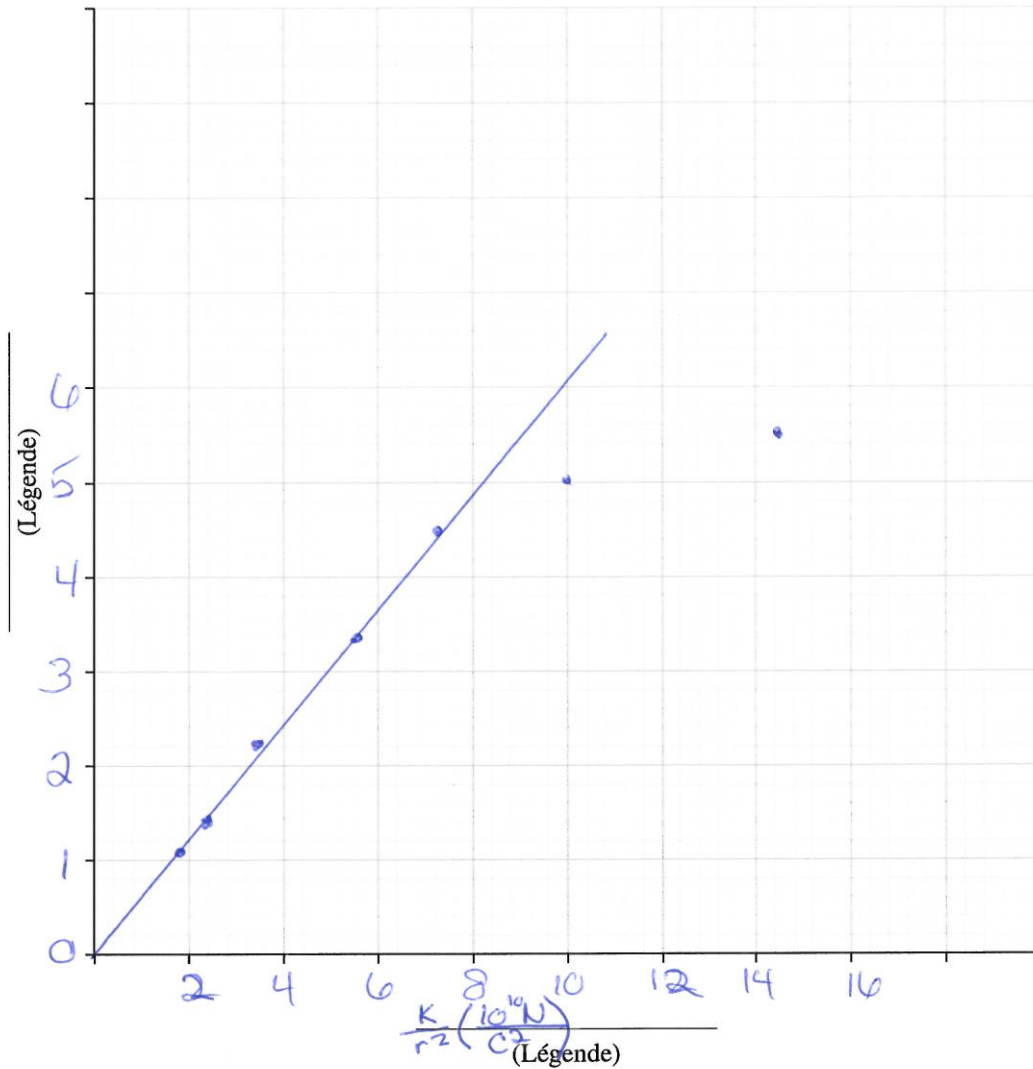
$$\begin{aligned} \text{Pente} &= \frac{\text{diff. des ordonnées}}{\text{diff. des abscisses}} \\ &= \frac{7,0 \times 10^{-3} \text{ N} - 1,6 \times 10^{-3} \text{ N}}{0,4 - 0,09} \\ &= 0,01741935 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{\text{pente}}{g} \\ &= \frac{0,01741935 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} \end{aligned}$$

$$= 1,77567 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$= 1,8 \times 10^{-3} \text{ kg} \quad (\text{2 chiffres significatifs parce qu'il y a une soustraction dans le calcul de la pente}).$$

Force électrostatique
comme fonction de $\frac{k}{r^2}$
(Titre)



Loi de Coulomb:

$$F_e = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$





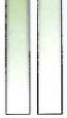


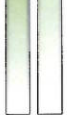
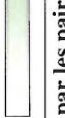

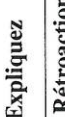
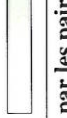
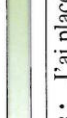
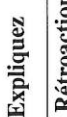
Je veux connaître $q_1 q_2$

$$F_e = \left(\frac{k}{r^2}\right) q_1 q_2$$

Si on prend F_e comme fonction de $\frac{k}{r^2}$, la pente devrait être $q_1 q_2$ parce que le graphique de $F_e = mx + b$ peut être identique à $F_e = (q_1 q_2) \frac{k}{r^2} + 0$ et devrait passer par l'origine (0,0)

$\frac{k}{r^2} \left(\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2}{10^{10} \text{cm}^2} \right)$	$F_e (10^{-3} \text{ N})$
14,4	5,5
9,99	5,0
7,34	4,4
5,42	3,3
3,60	2,2
2,50	1,5
1,83	1,1

Les premiers points semblent exacts, puis les données ne concordent plus avec la loi de Coulomb. Ces points constituent des observations de PETITES distances. Le dôme courbé semblera être une surface plane, il ne s'agit donc pas d'une charge ponctuelle. Voilà pourquoi les données sont incorrectes. La loi de Coulomb est valable pour les charges ponctuelles!

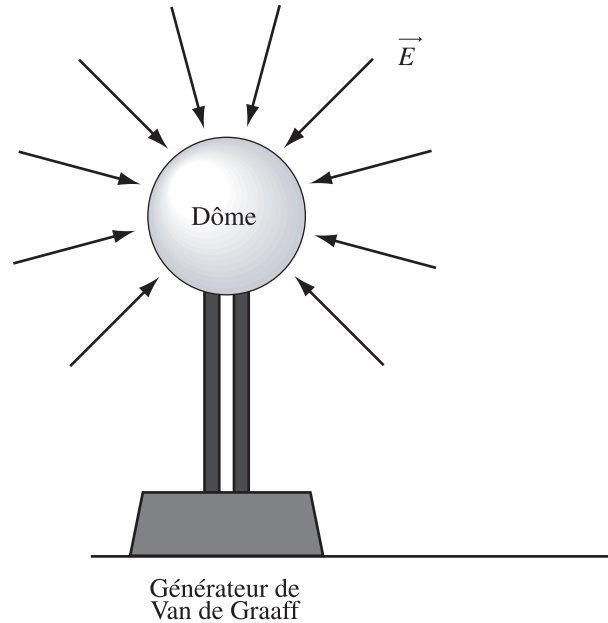
Liens du programme aux activités liées à cette question	La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Placez un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse.	Retour en arrière
<p>Dessinez et légendez plusieurs droites de champ électrique dans la région près du dôme du générateur de Van de Graaff pour montrer la forme et la direction du champ électrique. (P30-B2.6c, B2.2h)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez  Légendez </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><i>Les flèches pointent vers le dôme, sont presque toutes de la même longueur et il y a une légende</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Faire les flèches de la même longueur</i></p>
<p>Dessinez la distribution de la charge du dôme et de la balle juste après avoir allumé le générateur, mais avant que la balle touche le dôme. Expliquez le mouvement de la balle. (P30-B1.1c, B1.2c, B1.3h)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Dessinez  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><i>Les charges négatives du dôme sont à la surface. Ton application fait référence à des charges positives qui se déplacent, mais tes commentaires sur les différences de potentiel électrique sont bons.</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Constater explicitement que les électrons se déplacent. Utiliser la loi de Coulomb de façon explicite pour justifier les forces.</i></p>
<p>Expliquez ce qui se produit à l'instant où la balle touche le dôme du générateur. (P30-B1.3c)</p>	<p>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><i>Tu dois être plus spécifique. Bons commentaires sur les différences de potentiel électrique</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p> <p><i>Encore une fois, énoncer que les électrons sont les porteurs de charge.</i></p>
<p>Expliquez les différences de charge de la balle et du dôme quand on éteint le générateur. (P30-B1.4c, B2.4c)</p>	<p>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><i>Bon ☺</i></p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</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>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>																																																								
<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Expliquez pourquoi la balle reste à sa place quand on éteint le générateur, du point de vue des variables contrôlées dans le plan expérimental. (P30–B1.1h)</p> <p>Déterminez la masse de la balle. Justifiez votre réponse au moyen des diagrammes vectoriels et de l'analyse graphique appropriés. (P30–B1.6c, B1.3h)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Expliquez </p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;">Ben ☺</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">Direction de référence</td> <td style="width: 33%;">Absent <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Présent avec erreur(s) <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Présent et juste <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Conventions vectorielles</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Principes de physique</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Formule(s)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Substitutions</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Réponse conforme</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">Titre</td> <td style="width: 33%;">Absent <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Présent avec erreur(s) <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%;">Présent et juste <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Légendes des axes</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Échelles des axes</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Points de données</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Droite la mieux ajustée</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Formule(s)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Substitutions</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Réponses</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-family: cursive;">Impressionnant!</p>	Direction de référence	Absent <input type="checkbox"/>	Présent avec erreur(s) <input type="checkbox"/>	Présent et juste <input checked="" type="checkbox"/>	Conventions vectorielles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Principes de physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Formule(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Substitutions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Réponse conforme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Titre	Absent <input type="checkbox"/>	Présent avec erreur(s) <input type="checkbox"/>	Présent et juste <input checked="" type="checkbox"/>	Légendes des axes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Échelles des axes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Points de données	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Droite la mieux ajustée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Formule(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Substitutions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Réponses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
Direction de référence	Absent <input type="checkbox"/>	Présent avec erreur(s) <input type="checkbox"/>	Présent et juste <input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Conventions vectorielles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Principes de physique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Formule(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Substitutions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Réponse conforme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Titre	Absent <input type="checkbox"/>	Présent avec erreur(s) <input type="checkbox"/>	Présent et juste <input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Légendes des axes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Échelles des axes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Points de données	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Droite la mieux ajustée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Formule(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Substitutions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							
Réponses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																							

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</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>Retour en arrière</p>																								
<p>Fournissez un deuxième graphique linéaire des données, qui pourra être utilisé pour trouver le produit des deux charges. Au moyen de la pente de la droite mieux ajustée, déterminez le produit des deux charges. (P30–B1.6c, B1.3h)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input checked="" type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p> <p style="text-align: center;">$\frac{k}{r^2}$ bonne idée.</p>	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>																								
<p>Évaluez la validité de la loi de Coulomb en tant que modèle permettant de décrire les interactions des charges de la balle et du dôme du générateur de Van de Graaff lorsque la distance entre les objets diminue. (P30–B1.6c, B1.8c, B1.3h)</p>	<p>Évaluez</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Connaissances</th> <th>Compréhension/Application</th> <th>Activités mentales supérieures</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <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 style="text-align: center;"><i>excellent!</i></p>	Connaissances	Compréhension/Application	Activités mentales supérieures	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>																		
Connaissances	Compréhension/Application	Activités mentales supérieures																								
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																								

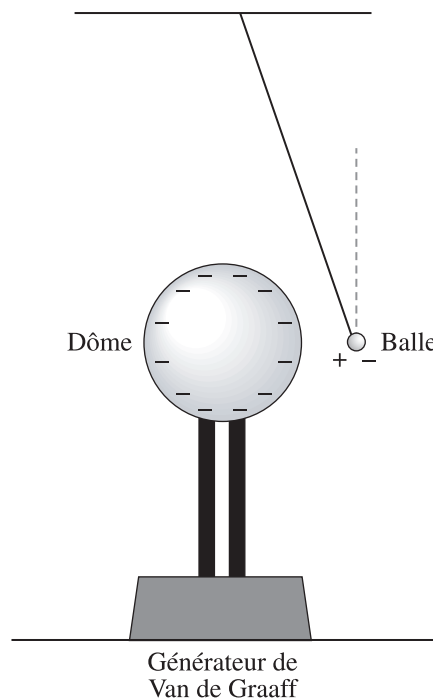
Exemples de réponse et commentaires aux enseignants

Le champ électrique de la région près du dôme du générateur de Van de Graaff est illustré ci-dessous.



À noter : *Le champ électrique doit être représenté sous forme de flèches, qui pointent vers la surface, perpendiculairement à celle-ci. Il se peut que les élèves courbent les flèches pour sous-entendre que la base du générateur est chargée de façon relativement positive.*

La distribution des charges est illustrée ci-dessous.



À noter : *La charge nette sur la balle doit rester zéro – elle subit une séparation induite de sa charge, mais elle n’est pas chargée.*

La charge sur le dôme est distribuée uniformément sur sa surface. La séparation induite de la charge sur la balle est trop faible pour causer un changement de la distribution de la charge sur le dôme du générateur.

La balle subira une séparation induite de sa charge lorsque les électrons libres seront repoussés par la charge négative sur le dôme. Ainsi, le côté de la balle près du dôme sera chargé de façon relativement positive. Puisque les charges opposées s’attirent, la balle accélère vers le dôme. La charge semblable sur le côté opposé de la balle est repoussée, mais la loi de Coulomb est une relation $1/r^2$, ce qui signifie que la distance accrue entraîne une force diminuée. Ceci a pour effet que la balle accélère vers le dôme.

À noter : *La réponse de niveau C énonce que les contraires s’attirent et que les charges semblables se repoussent.*

La réponse de niveau C/A décrit la redistribution des charges sur la balle et mentionne que la balle accélère vers le dôme parce que les contraires s’attirent.

La réponse de niveau AMS exprime clairement que les électrons sont libres, que les charges semblables se repoussent et que, par conséquent, le côté opposé de la balle devient chargé de façon relativement négative, ce qui laisse le côté près du dôme chargé de façon relativement positive. Dans une réponse AMS, on doit énoncer que la balle reste neutre. La réponse contient l’analyse $1/r^2$ qui soutient une accélération vers le dôme.

Lorsque la balle touche le dôme, des électrons supplémentaires sur le dôme sont transférés sur la balle. Cela continue jusqu’à ce que les différences de potentiel entre les charges à la surface du dôme et à la surface de la balle soient identiques. La balle atteint une charge semblable à celle du dôme et accélère parce que les charges semblables se repoussent. La charge nette sur la balle est beaucoup plus petite que celle sur le dôme parce que sa surface est beaucoup plus petite.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau énonce que les charges sont transférées jusqu’à ce qu’elles deviennent égales.*

C/A : Une réponse de ce niveau indique que les électrons sont transférés jusqu’à ce que les charges deviennent égales.

AMS : Une réponse de ce niveau précise que les électrons sont transférés jusqu’à ce que l’énergie potentielle devienne uniforme.

Quand on éteint le générateur, aucune charge n’est ajoutée au dôme. La balle reste à sa place, ce qui signifie que les charges ne changent pas. Cela nous permet d’analyser les données avec les valeurs de charges contrôlées.

À noter : *C : Les charges restent constantes.*

AMS : Les variables sont contrôlées; l’analyse expérimentale est donc valide.

Masse de la balle.

Diagramme de force

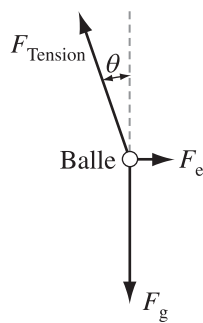
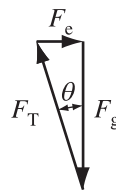


Diagramme de l'addition vectorielle

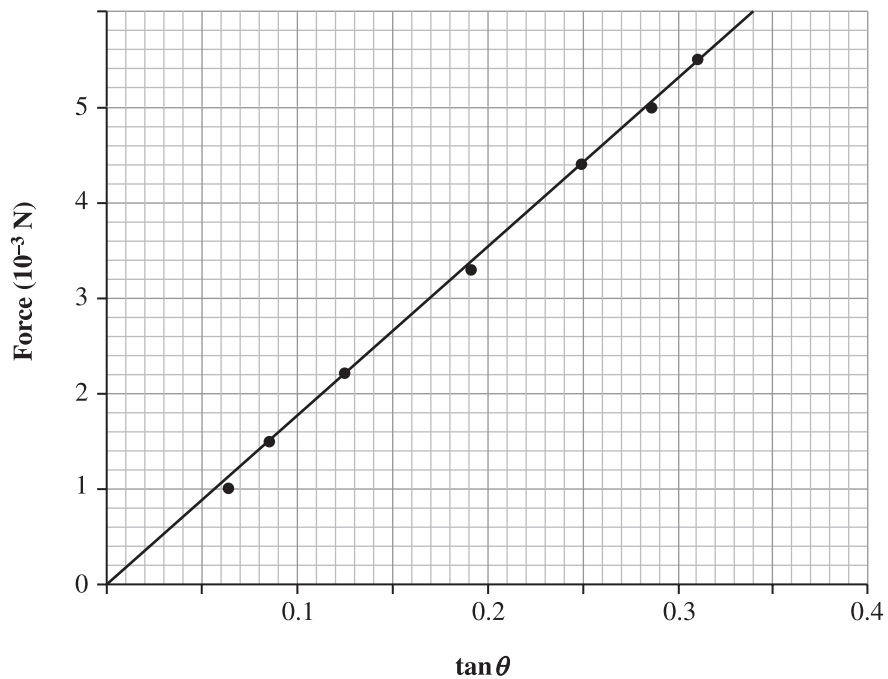


$$F_e = F_g \cdot \tan\theta$$

$$F_e = m \cdot g \cdot \tan\theta$$

Pour obtenir la masse à partir de l'analyse graphique, prenez F_e comme fonction de $\tan\theta$. L'équation suggère que cela devrait être une droite passant par l'origine qui a une pente mg .

Force comme fonction de la tangente de l'angle



$$\begin{aligned} \text{pente} &= \frac{\text{diff. des ordonnées}}{\text{diff. des abscisses}} \\ &= \frac{6,0 \times 10^{-3} \text{ N} - 1,6 \times 10^{-3} \text{ N}}{0,34 - 0,09} \end{aligned}$$

$$= 0,0176 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \therefore F_c &= m \cdot g \cdot \tan \theta \\ &\quad \uparrow \quad \uparrow \\ y &= \text{pente} \cdot x + b \end{aligned}$$

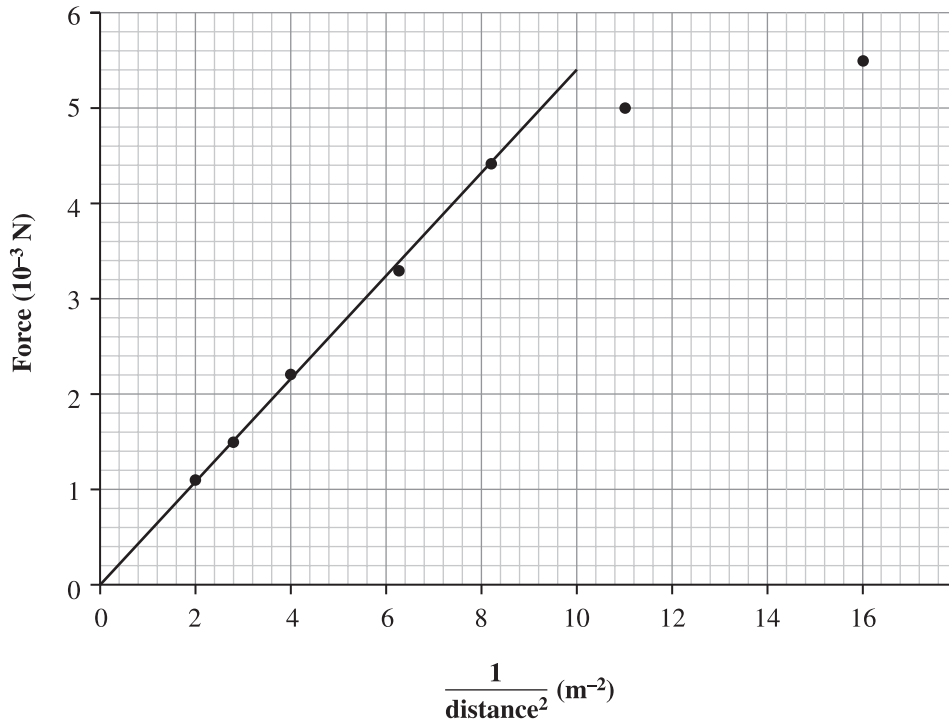
$$\text{pente} = m \cdot g$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{\text{pente}}{g} \\ &= \frac{0,976 \text{ N}}{9,81 \text{ m/s}^2} \\ &= 0,00179 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m} \\ &= 1,80 \times 10^{-3} \text{ kg} \end{aligned}$$

À noter : *C : Une réponse de ce niveau présente le calcul d'un seul point des données.
C/A : Une réponse de ce niveau contient le calcul de la pente.
AMS : Une réponse de ce niveau fait un lien explicite entre l'équation de la droite $y = mx + b$ et la signification physique de la situation.*

Graphique des observations :

Force comme fonction de l'inverse du carré de la distance



$$\begin{aligned} \text{pente} &= \frac{\text{diff. des ordonnées}}{\text{diff. des abscisses}} \\ &= \frac{5,4 \times 10^{-3} \text{ N} - 0 \times 10^{-3} \text{ N}}{10 \text{ m}^{-2} - 0 \text{ m}^{-2}} \\ &= 5,4 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

$$F_e = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

\uparrow \nwarrow
 $y = \text{pente} \cdot x + b$

$$\begin{aligned} q_1q_2 &= \frac{\text{pente}}{k} \\ &= \frac{5,4 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}^2}{8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2} \\ &= 6,0 \times 10^{-14} \text{ C}^2 \end{aligned}$$

Évaluation de la loi de Coulomb dans cette situation

La loi de Coulomb fournit un très bon modèle pour certaines des données, comme on peut le voir par la constance de la droite à certains points, mais elle fournit un très mauvais modèle pour d'autres données, comme on peut le voir par l'inconstance de la droite à d'autres points. Ces points concernent des distances très proches du dôme. Il se peut que le modèle soit moins bon, car, du point de vue de la balle, le dôme commence à ressembler davantage à une surface plutôt qu'à une source ponctuelle. La loi de Coulomb est un modèle qui est valide seulement pour les sources ponctuelles.

À noter : *C : La réponse contient un énoncé de valeur (bon ou mauvais).
C/A : La réponse contient un énoncé de valeur appuyé par une explication liée à la physique (sources ponctuelles, ressemble à une surface) ou graphique (alignement des points, ou les données ne suivent pas la tendance linéaire prévue par la loi de Coulomb).
AMS : La réponse contient les deux options et fournit une justification expliquant pourquoi les deux sont possibles.*

Anneau de stockage d'électrons

Introduction

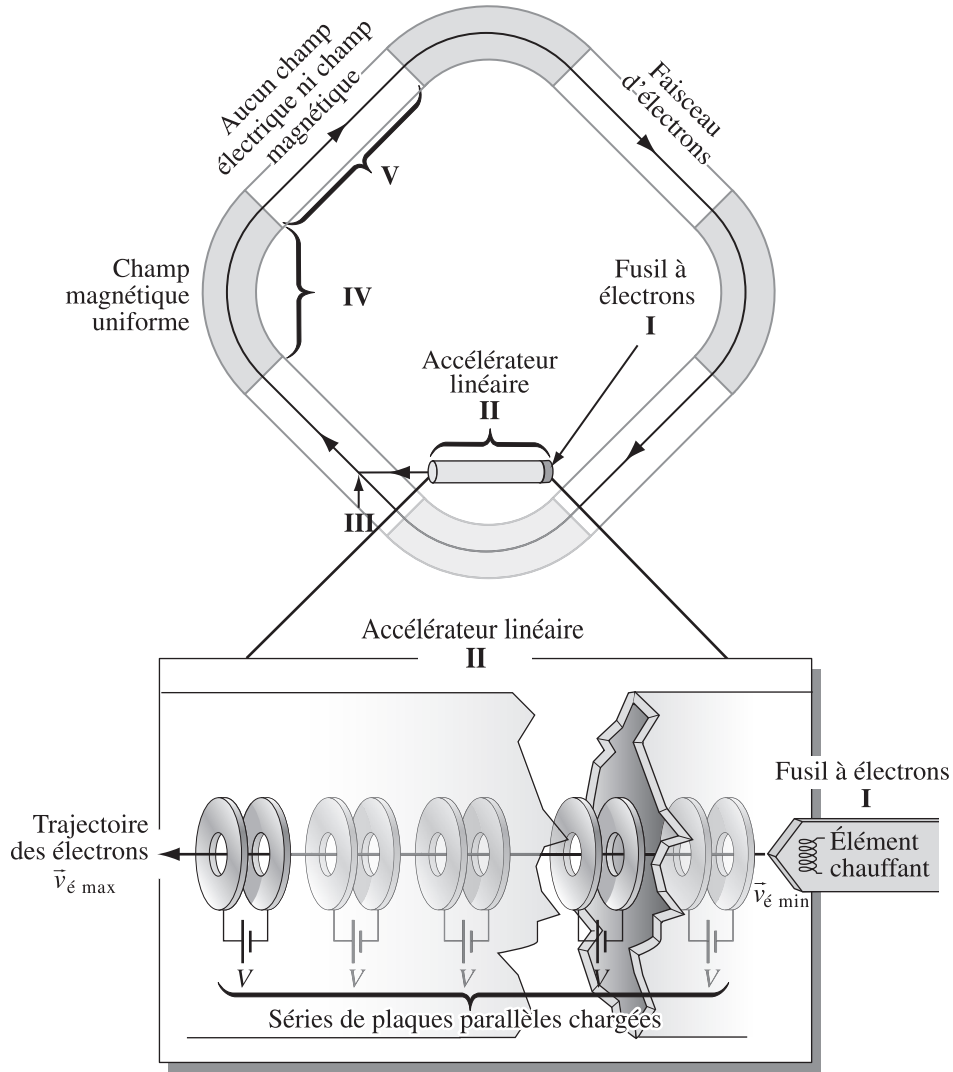
Cette question a un degré de difficulté moyen. Les élèves devraient pouvoir fournir une réponse valable à tous les aspects de la question en 25 minutes.

Cette question explore l'application de Physique 30 à la technologie d'aujourd'hui. Une des idées importantes de cette question concerne le niveau des explications fournies par les élèves au moment d'expliquer l'application d'une règle de la main.

Cette question explore des concepts de Physique 30 – Unités B2, B3 et C1.




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



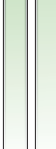

Un accélérateur de particules utilise un anneau de stockage pour un faisceau d'électrons, comme l'illustre le diagramme ci-dessous. Tout l'appareil est dans un vide.



Un grand nombre d'électrons se détachent de l'élément chauffant du fusil à électrons au Point I. À ce point, ils sont à leur plus basse vitesse dans l'anneau de stockage. Lorsque l'accélérateur linéaire est activé, le grand nombre d'électrons est recueilli et forme un paquet. Celui-ci entre dans l'accélérateur linéaire, II, où il passe au travers de petits trous dans une série de plaques parallèles et est accéléré par une succession de différences de potentiel électrique. Il quitte l'accélérateur à sa vitesse maximale. Le paquet est transféré à l'anneau de stockage au Point III, par un champ électrique non uniforme. Une fois dans l'anneau, le paquet d'électrons rencontre un champ magnétique uniforme au Point IV, suivi d'une région sans champ significatif, étiquetée V. Cette séquence d'un champ magnétique suivi d'une région sans champs est répétée alors que le paquet se déplace autour de l'anneau de stockage.

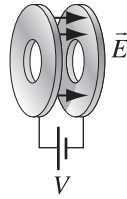
1. À l'aide des concepts de champs électriques et magnétiques, d'énergie et de radiation électromagnétique, **analysez** le dessin et le fonctionnement de l'anneau de stockage. Dans votre réponse :
- **dessinez** et **légendez** une flèche montrant la direction du champ électrique entre une série de plaques parallèles dans l'accélérateur linéaire. **Appuyez** votre diagramme.
 - **décrivez** les changements d'énergie cinétique d'un électron du paquet lorsqu'il se déplace du Point I jusqu'à la toute fin de la région V. **Expliquez** pourquoi ces changements se produisent.
 - **sélectionnez** deux régions ou points légendés, sur le diagramme de l'anneau de stockage ci-dessus, où la radiation électromagnétique serait émise par le paquet d'électrons. **Expliquez** pourquoi la radiation électromagnétique serait émise dans ces régions ou à ces points.
 - **indiquez** la direction du champ magnétique externe dans la région IV. **Expliquez** comment vous déterminez cette direction.
 - **décrivez** deux méthodes permettant de générer un champ magnétique externe. **Justifiez** l'utilisation d'une méthode plutôt qu'une autre pour générer le champ dans la région IV.

<p>Dessinez et légendez une flèche montrant la direction du champ électrique entre une série de plaques parallèles dans l'accélérateur linéaire. Appuyez votre diagramme. (P30–B2.6c, B2.2h)</p>	<p>Connaissances </p> <p>Dessinez Légendez Appuyez</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>Décrivez les changements d'énergie cinétique d'un électron du paquet lorsqu'il se déplace du Point I jusqu'à la toute fin de la région V. Expliquez pourquoi ces changements se produisent. (P30–B2.9c, B2.3h)</p>	<p>Connaissances </p> <p>Décrivez 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>
<p>Sélectionnez deux régions ou points légendés, sur le diagramme de l'anneau de stockage ci-dessus, où la radiation électromagnétique serait émise par le paquet d'électrons. Expliquez pourquoi la radiation électromagnétique serait émise dans ces régions ou à ces points. (P30–B2.8c, B3.5c, C1.1c, B2.3h, B3.3h)</p>	<p>Connaissances </p> <p>Sélectionnez 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>

<p>Indiquez la direction du champ magnétique externe dans la région IV. Expliquez comment vous déterminez cette direction. (P30–B3.5c, B3.2h)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Indiquez Expliquez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Décrivez deux méthodes permettant de générer un champ magnétique externe. Justifiez l'utilisation d'une méthode plutôt qu'une autre pour générer le champ dans la région IV. (P30–B3.3c, B3.3sts)</p>	<p>Connaissances  Compréhension/Application  Activités mentales supérieures</p> <p>Décrivez Justifiez</p> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>

Exemples de réponse et commentaires aux enseignants

Le champ électrique entre les séries de plaques parallèles ressemble à ceci :



La plaque de gauche est chargée positivement parce qu'elle est branchée à la longue partie de la source électrique potentielle.

Ou

La direction du champ électrique est définie comme la direction d'une force sur une charge d'épreuve positive. Puisque les électrons sont chargés négativement, ils subissent une force dans la direction opposée. Puisque les électrons accélèrent vers la gauche, ils subissent une force vers la gauche, donc le champ électrique se dirige vers la droite.

Au Point I, l'énergie cinétique de l'électron est à son niveau le plus bas. À mesure que l'électron accélère dans l'accélérateur linéaire, sa vitesse augmente; par conséquent, son énergie cinétique augmente. Cette augmentation peut être décrite au moyen du théorème travail-énergie $\Delta E = \frac{Vq}{q}$, où $\Delta E = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$ et $v_i = 0$, ou au moyen du principe selon lequel une force non équilibrée cause une accélération, où $F = ma$, $a = \frac{v_f - v_i}{t}$, $|\vec{E}|q = \frac{Vq}{d}$ et $E_k = \frac{1}{2}mv_f^2$. Au Point III, l'énergie cinétique de l'électron pourrait augmenter si une portion du champ électrique non uniforme est parallèle (ou contraire) à la vitesse vectorielle de l'électron; si le champ électrique non uniforme est radial, la vitesse de l'électron ne changera pas, et il n'y aura aucun changement d'énergie cinétique. Dans la région IV, le mouvement circulaire de l'électron signifie que sa vitesse vectorielle change, mais non sa vitesse. Par conséquent, son énergie cinétique ne change pas. Finalement, dans la région V, aucune force n'agit. Il n'y a donc aucun changement dans l'énergie cinétique de l'électron.

À noter : C : Une réponse de ce niveau énonce que l'énergie cinétique augmente dans

l'accélérateur linéaire. Il est probable que la réponse fasse aussi état d'une diminution de l'énergie cinétique au Point III ou dans la région IV.

C/A : Une réponse de ce niveau décrit comment la différence de potentiel électrique cause une augmentation de l'énergie cinétique des électrons.

AMS : Une réponse de ce niveau soutient l'analyse au moyen d'équations ou d'une description verbale des éléments de physique applicables. La réponse contient aussi l'analyse explicite de la façon dont le mouvement circulaire ne change pas la vitesse parce que la force et le mouvement sont perpendiculaires et qu'ainsi, la force ne travaille pas.

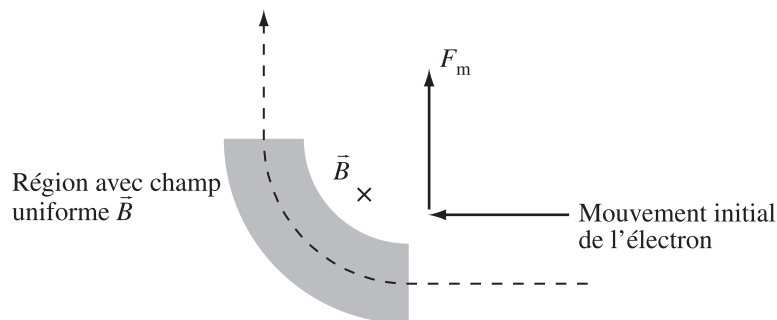
La radiation électromagnétique est produite à tous les points où les électrons sont accélérés. L'accélération se traduit par un changement de vitesse vectorielle, qui a une grandeur et une direction. La grandeur de la vitesse vectorielle change dans l'accélérateur linéaire, et la direction change au Point III et dans la région IV. L'élément chauffant duquel se détachent les électrons émet également une radiation électromagnétique, sous la forme d'une radiation infrarouge.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau indique les points pertinents*

C/A : Une réponse de ce niveau indique les points pertinents et appuie le tout en déclarant que les électrons accélèrent à ces endroits.

AMS : Une réponse de ce niveau indique les points, appuie le tout en déclarant que les électrons accélèrent et décrit le type d'accélération (changement de vitesse et de direction).

La direction du champ magnétique externe dans la région IV est déterminée au moyen d'une règle de la main. Utilisez la main gauche parce que les électrons sont chargés négativement. Le pouce pointe dans la direction du mouvement de l'électron. La paume fait face à la direction de la force, et l'index pointe dans la direction du champ magnétique. Le pouce pointe vers la gauche de la page, et la paume fait face au haut de la page, ce qui indique que la trajectoire fait une courbe vers le haut. Les doigts pointent donc dans la page. Par conséquent, la direction du champ magnétique est dans la page.



x indique que \vec{B} entre dans la page

À noter : *C : Une réponse de ce niveau énonce que le champ entre dans la page.
C/A : Une réponse de ce niveau énonce que le champ entre dans la page et indique l'utilisation d'une règle de la main.
AMS : Une réponse de ce niveau énonce que le champ entre dans la page et décrit explicitement l'application des différentes parties de la main dans cette situation particulière, de sorte que le lecteur pourrait reproduire l'observation.*

Générer des champs magnétiques.

Pour créer un champ externe, on peut utiliser de grands aimants permanents. Une deuxième façon consiste à utiliser des conducteurs porteurs de courant.

Un avantage des aimants permanents est qu'ils sont dotés d'un champ magnétique d'intensité constante et que le champ magnétique est stable. Un avantage des électroaimants est qu'ils sont ajustables et qu'ils peuvent être allumés et éteints de sorte que le champ magnétique est plus facile à utiliser. De plus, les champs magnétiques produits peuvent être très, très puissants.

Les aimants permanents ont les désavantages suivants : ils ne sont pas très puissants; leur fabrication nécessite des matériaux spéciaux; ils sont très encombrants pour l'intensité qu'ils génèrent. Les électroaimants ont les désavantages suivants : ils demandent une grande puissance électrique et sont donc coûteux à utiliser; ils requièrent en plus des conditions spéciales pour fonctionner (par exemple, des spires superrefroidies).

Les conducteurs porteurs de courant (électroaimants) sont préférables parce qu'ils génèrent un champ magnétique plus puissant, qui est ajustable et peut être éteint.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau présente les deux façons de produire un champ magnétique.
C/A : Une réponse de ce niveau contient des énoncés vrais sur les différentes façons de créer des champs magnétiques, mais n'indique pas quelle est la meilleure méthode.
AMS : Une réponse de ce niveau présente les méthodes, contient des énoncés qui comparent les méthodes et fournit une justification explicite concernant la meilleure méthode.*

Lampe de poche à manivelle

Introduction

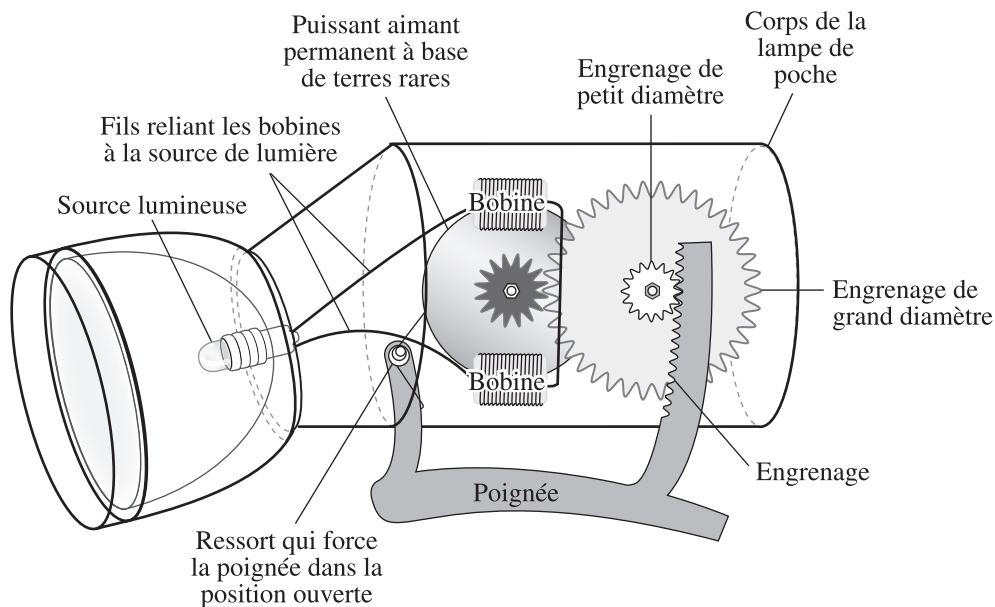
Cette question a un degré de difficulté moyen, légèrement moins exigeant que l'anneau de stockage. Les élèves devraient pouvoir fournir une réponse valable à tous les aspects de la question en 20 minutes.

Cette question est intéressante parce que le graphique des observations est parfaitement linéaire, alors que le graphique se rapportant à un modèle physique ne l'est pas. Ceci vise à ce que l'élève de niveau avancé comprenne que les modèles physiques comportent des forces et des faiblesses. Par conséquent, il y a des occasions, dans le quotidien, où les modèles physiques fournissent des prédictions justes, et des situations où ils ne le font pas. L'un des objectifs de la science est d'arriver à comprendre pourquoi les modèles fonctionnent et, dans le cas contraire, comment on peut les améliorer.

Cette question explore des concepts de Physique 30 – Unités B3, C1 et C2.

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

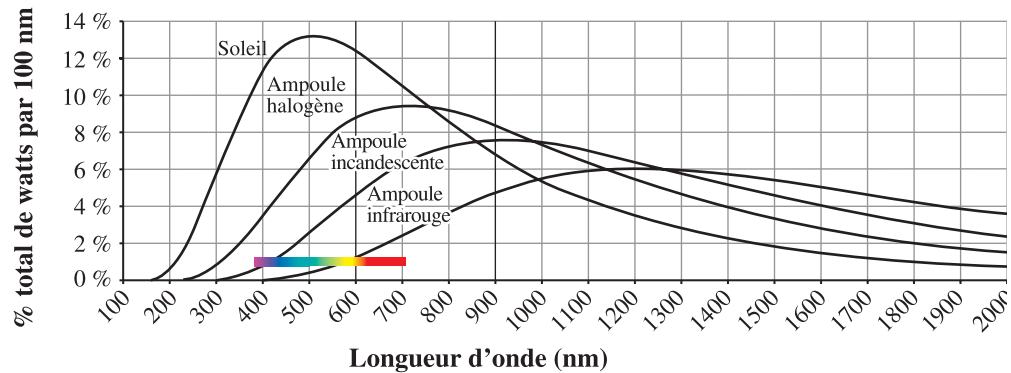
Le diagramme ci-dessous illustre une lampe de poche qui ne nécessite pas de piles pour l'alimenter.



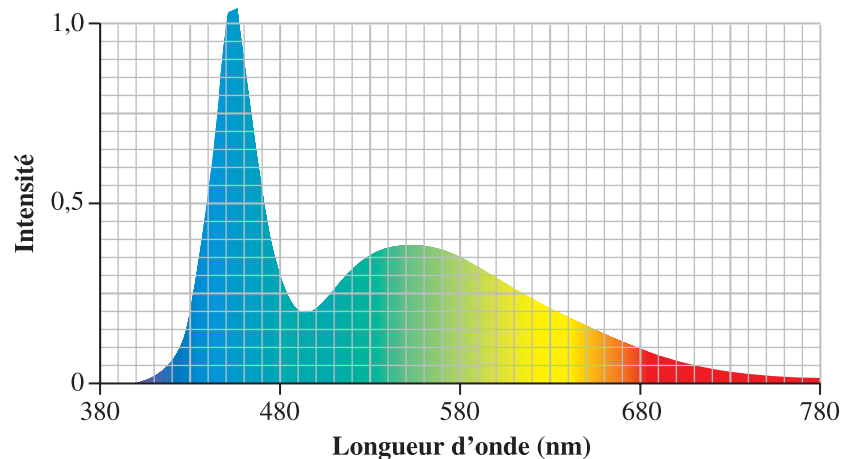
La source de lumière de la lampe de poche peut être une ampoule à incandescence ou une DEL (diode électroluminescente). L'ampoule à incandescence a un filament de tungstène qui brille lorsqu'il est chauffé à 3 300 K. La DEL émet une lumière lorsque les électrons qui ont la même énergie ou une énergie plus grande que la largeur de bande interdite de la diode franchissent la bande interdite.

Les graphiques suivants montrent les spectres d'émission de différentes ampoules à incandescence et DEL.




À incandescence



DEL



- À l'aide des concepts physiques d'induction électromagnétique, de plan expérimental, de radiation électromagnétique et des applications STS, **analysez** le modèle et le fonctionnement de cette lampe de poche. Dans votre réponse :
 - **expliquez** comment le fait de tourner l'aimant génère un courant électrique dans les bobines.
 - **indiquez** la nature de la charge qui entre dans les bobines. **Appuyez** votre réponse.
 - **concevez** une procédure à suivre pour observer le spectre décrit dans les graphiques ci-dessus.
 - **comparez** le spectre de l'ampoule à incandescence avec celui de la DEL.
 - **évaluez** l'efficacité de chacune des deux sources de lumière.
 - **proposez** un changement au dessin ci-dessus qui améliorerait l'utilité ou l'efficacité de la lampe de poche. **Expliquez** comment ce changement aurait cet effet. Ajouter les avantages et les inconvénients associés à ce changement.

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Expliquez comment le fait de tourner l'aimant génère un courant électrique dans les bobines. (P30–B3.9c, B3.3sts)</p>	<p>La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Place an "x" on the bar to indicate the level demonstrated in the response.</p> <p>Expliquez</p> <p>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>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Indiquez la nature de la charge qui entre dans les bobines. Appuyez votre réponse. (P30–B3.7c, B3.8c, B3.2h)</p>	<p>Indiquez</p> <p>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>Concevez une procédure à suivre pour observer le spectre décrit dans les graphiques ci-dessus. (P30–C1.6c, C1.8c, C1.1h)</p>	<p>Concevez</p> <p>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>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Comparez le spectre de l'ampoule à incandescence avec celui de la DEL. (P30–C1.2e, C2.2e, C1.3h)</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>Comparez</p> <p>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>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Évaluez l'efficacité de chacune des deux sources de lumière. (P30–C2.2e)</p>	<p>Évaluez</p> <p>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>Proposez un changement au dessin ci-dessus qui améliorerait l'utilité ou l'efficacité de la lampe de poche. Expliquez comment ce changement aurait cet effet. Ajoutez les avantages et les inconvénients associés à ce changement. (P30–C2.3sts)</p>	<p>Proposez  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>

Exemples de réponse et commentaires aux enseignants

L'aimant qui tourne crée des lignes de champ magnétique qui coupent au travers des conducteurs dans les bobines. Le champ magnétique changeant produit une force qui agit sur les charges dans le fil. Les électrons peuvent se déplacer librement et sont forcés à un bout de la bobine. Ce mouvement de charge constitue un courant électrique.

ou

L'aimant qui tourne crée des lignes de champ magnétique qui coupent au travers des conducteurs dans les bobines. Les conducteurs induisent un champ magnétique qui résiste aux champs externes qui changent. Pour y arriver, les charges libres de se déplacer dans les conducteurs, à savoir les électrons, se déplacent dans les bobines. Les charges en mouvement créent un champ magnétique.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau énonce qu'un champ magnétique changeant induit un courant qui se déplace dans un conducteur.*
C/A : Une réponse de ce niveau établit un rapport entre un champ magnétique changeant et un champ magnétique induit (soit F ou E ou V).
AMS : Une réponse de ce niveau communique explicitement la relation entre le champ magnétique changeant et la cause des mouvements des électrons.

La raison pour laquelle les électrons se déplacent librement est que les porteurs de charge positive, les protons, sont liés dans le noyau.

ou

Les électrons se déplacent dans un sens dans le circuit. Alors qu'ils se déplacent, ils laissent derrière eux des trous chargés positivement. Ces trous migrent dans la direction opposée à celle des électrons. Les protons restent fixés dans le noyau.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau énonce que les électrons se déplacent.*
C/A : Une réponse de ce niveau énonce que les électrons se déplacent librement et que les protons sont fixés dans le noyau.

Ces spectres peuvent être observés en utilisant un réseau de diffraction ou un prisme. Dans l'un ou l'autre des cas, on aura besoin de détecteurs électroniques parce que les sources de lumière émettent de la lumière hors des limites de la lumière visible. En plus de pouvoir détecter une grande gamme de longueurs d'onde, les détecteurs doivent pouvoir mesurer l'intensité à différentes longueurs d'onde.

Pour produire le spectre, dirigez la lumière sur le réseau de diffraction ou le prisme et observez le spectre sur un écran. Pour un réseau de diffraction, les plus longues longueurs d'onde seront plus diffractées. Pour un prisme, les plus longues longueurs d'onde seront moins réfractées.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau présente soit le réseau de diffraction, soit le prisme, et décrit que l'on fait passer la lumière dans l'appareil.*
C/A : Une réponse de ce niveau présente soit un réseau de diffraction, soit un prisme, décrit que l'on fait passer la lumière dans l'appareil et décrit les caractéristiques des détecteurs.

Les spectres sont très semblables, en ceci qu'ils ont des puissances maximales, de longues queues aux deux extrémités et une gamme de longueurs d'onde émises. Tous deux contiennent également la portion visible du spectre de radiation électromagnétique. Ils se distinguent en ceci : le spectre de la DEL est beaucoup plus étroit et il a deux puissances maximales.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau énonce deux similarités ou plus.
C/A : Une réponse de ce niveau énonce les similarités et les différences.*

L'efficacité est le rapport entre l'énergie utile qui sort et l'énergie qui entre. La DEL est beaucoup plus efficace parce qu'il y a beaucoup plus d'énergie qui sort sous forme d'énergie utile.

À noter : *C : Une réponse de ce niveau définit l'efficacité et énonce que la DEL est efficace (non pas plus efficace – énoncé de vérité mais non de valeur).
C/A : Une réponse de ce niveau définit l'efficacité et énonce que la DEL est plus efficace (ou que l'ampoule à incandescence est moins efficace).
AMS : Une réponse de ce niveau définit l'efficacité, énonce que la DEL est plus efficace et justifie son affirmation par l'énergie utile produite, d'après les renseignements tirés des graphiques.*

Changements possibles, avantages et inconvénients

Changement	Effet	Avantage	Inconvénient
Aimants plus puissants	Lumière plus brillante	Courant plus fort avec moins de rotations; peut nécessiter moins de fil dans les bobines, donc : poids et cout moindres	Plus difficile d'actionner la manivelle en raison d'une plus grande contre-FEM; augmentation possible du poids; des aimants plus puissants peuvent être plus chers
Bobines plus grandes	Lumière plus brillante	Plus de courant avec le même nombre de rotations	Plus difficile d'actionner la manivelle en raison d'une plus grande contre-FEM; augmentation possible du poids; augmentation possible du cout en raison du prix du cuivre
Appareil de stockage plus grand	La lumière brille après avoir cessé d'actionner la manivelle	Moins besoin d'actionner la manivelle pour maintenir la lumière allumée	Risque de sécurité (possibilité de choc important si l'appareil de stockage est court-circuité)
Plus d'ampoules	Lumière brillante	Plus de lumière; la lampe de poche dure plus longtemps parce qu'elle émet encore de la lumière après qu'une ou plusieurs ampoules cessent de fonctionner	Besoin d'actionner plus la manivelle; augmentation des couts liés aux ampoules

À noter : *C : Une réponse de ce niveau présente un changement.*

C/A : Une réponse de ce niveau présente un changement, fournit une raison ou un effet ainsi qu'un avantage ou un inconvénient.

AMS : Une réponse de ce niveau présente un changement, fournit une raison ou un effet ainsi que des avantages ou des inconvénients.

Pointeur laser vert

Introduction

Cette question a un degré de difficulté présentant le moins grand défi de Physique 30. Les élèves devraient pouvoir fournir une réponse valable à tous les aspects de la question en 20 minutes.

Cette question a été ajoutée pour illustrer comment la technologie de salle de classe comme appareil photo de téléphone cellulaire ou d'une caméra Web peut être utilisée pour permettre aux élèves de « voir » les radiations infrarouges invisibles. **AVERTISSEMENT** : Si vous effectuez cette expérience avec vos élèves, assurez-vous que les détecteurs sont dirigés vers la lumière réfléchi. Si vous ne disposez pas d'un pointeur laser vert, les élèves peuvent quand même utiliser la technologie pour observer les radiations infrarouges en se servant d'une télécommande comme source de lumière.

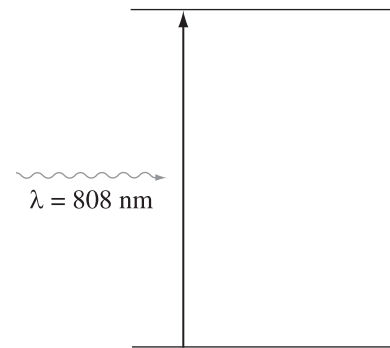
Cette question explore des concepts de Physique 30 – Unités C1, C2 et D2.

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

Des pointeurs laser verts bon marché peuvent émettre des radiations électromagnétiques à haute intensité dangereuses, autres que la lumière verte qu'ils sont conçus pour produire. Des normes de sécurité sont en place afin que seuls les pointeurs qui passent les tests puissent être vendus au Canada.

Les pointeurs laser verts utilisent une diode de pompage pour produire des radiations électromagnétiques d'une longueur d'onde de 808 nm. Cette lumière est absorbée par le matériel laser, qui la réémet sous la forme d'une lumière ayant une longueur d'onde de 1 064 nm.

Diagramme incomplet des niveaux d'énergie du matériel laser



Cette lumière est alors absorbée par un cristal KTP. Les cristaux KTP ont la propriété spéciale d'absorber les radiations électromagnétiques de haute intensité d'une certaine fréquence et de réémettre cette énergie à une intensité deux fois moindre et à une fréquence deux fois plus grande.

Installation expérimentale

La procédure suivante a été suivie pour observer la radiation électromagnétique émise par un pointeur laser vert bon marché. À NOTER : si vous tentez cette procédure, respectez tous les protocoles de sécurité liés au laser. Ne regardez pas directement la source laser et protégez vos yeux des radiations électromagnétiques dangereuses. Utilisez de l'équipement numérique pour effectuer les observations.

Le pointeur laser a été mis en place pour que la lumière émise passe au travers d'un petit trou dans une feuille de papier et sur un CD. La lumière est réfléchiée par le CD et produit une figure d'interférence observée sur la feuille. L'image suivante représente la figure photographiée par un appareil photo de téléphone cellulaire et un appareil photo numérique de haute qualité. Dans les deux spectres, la source laser est près du maximum central.

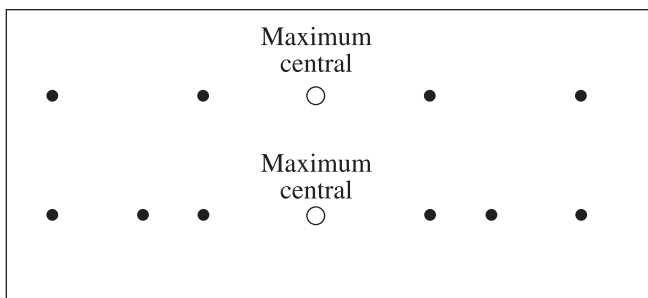

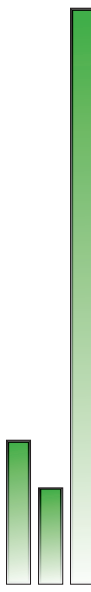
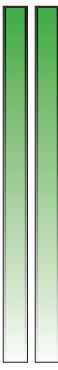
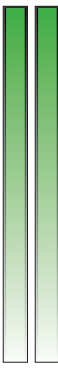

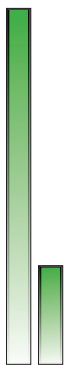
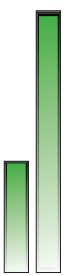


Image d'un appareil photo numérique de haute qualité

Image d'un appareil photo de téléphone cellulaire

1. À l'aide des concepts de REM, de conservation de l'énergie et de conception, **analysez** la technologie du laser vert décrite à la page précédente. Dans votre réponse :
 - **classez** les trois types de REM décrites à la page précédente : celles produites par la diode de pompage, celles émises par le matériel laser et celles émises par le cristal KTP. **Indiquez** les REM potentiellement dangereuses et **expliquez** pourquoi elles sont dangereuses.
 - **complétez** le diagramme des niveaux d'énergie en indiquant l'emplacement relatif du troisième niveau d'énergie. **Déterminez** l'efficacité du matériel laser.
 - **comparez** l'énergie et la vitesse d'un photon absorbé par le cristal KTP avec celles d'un photon émis par le cristal KTP.
 - **comparez** les figures d'interférence et **légendez** l'ordre des antinœuds indiqués dans le diagramme de la page précédente.
 - **proposez** une particularité technique qui pourrait être ajoutée à un pointeur laser vert bon marché afin de pouvoir le vendre au Canada. Indice : Quelles sont les différences entre l'appareil photo du téléphone cellulaire et l'appareil photo numérique de haute qualité? **Décrivez** comment votre particularité technique fonctionnerait.

<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Classez les trois types de REM décrites à la page précédente : celles produites par la diode de pompage, celles émises par le matériel laser et celles émises par le cristal KTP. Indiquez les REM potentiellement dangereuses et expliquez pourquoi elles sont dangereuses. (P30–C1.2c, C2.2c, C2.3sts)</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>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Classez </p> <p>Identifiez</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>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Complétez le diagramme des niveaux d'énergie en indiquant l'emplacement relatif du troisième niveau d'énergie. Déterminez l'efficacité du matériel laser. (P30–D2.5c, C2.1c, D2.2sts)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Complétez </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>Comparez l'énergie et la vitesse d'un photon absorbé par le cristal KTP avec celles d'un photon émis par le cristal KTP. (P30–C1.2c, C2.2c, C1.2sts)</p>	<p>Connaissances Compréhension/Application Activités mentales supérieures</p> <p>Comparez </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>

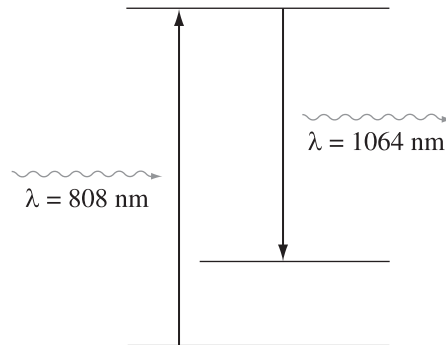
<p>Liens du programme aux activités liées à cette question</p> <p>Comparez les figures d'interférence et légendez l'ordre des antinœuds indiqués dans le diagramme de la page précédente. (P30–C1.10c, C1.2h)</p>	<p>La barre horizontale indique l'étendue nécessaire de la réponse. Placez un « x » sur la barre pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par la réponse.</p> <p>Comparez Légendez</p> <p>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>Retour en arrière</p> <p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
<p>Proposez une particularité technique qui pourrait être ajoutée à un pointeur laser vert bon marché afin de pouvoir le vendre au Canada. Indice : Quelles sont les différences entre l'appareil photo du téléphone cellulaire et l'appareil photo numérique de haute qualité? Décrivez comment votre particularité technique fonctionnerait. (P30–C1.2sts)</p>	<p>Proposez Décrivez</p> <p>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>

Exemples de réponse et commentaires aux enseignants

La REM initiale, avec une longueur d'onde de 808 nm, est infrarouge. Le matériel laser émet des REM d'une longueur d'onde de 1 064 nm, qui se situent également dans le spectre de l'infrarouge. Le cristal KTP émet des REM d'une longueur d'onde de 532 nm, qui se situent dans le spectre de la lumière verte visible. Les REM potentiellement dangereuses se situent dans le spectre de l'infrarouge parce qu'elles peuvent chauffer et brûler les tissus vivants.

- À noter :** *C : Une réponse de ce niveau classe la lumière de longueur d'onde 808 nm et 1 064 nm dans le spectre de l'infrarouge.*
C/A : Une réponse de ce niveau classe la lumière de longueur d'onde 808 nm et 1 064 nm dans le spectre de l'infrarouge, fournit des calculs pour expliquer l'émission par le cristal KTP de radiations électromagnétiques de 532 nm et les classe comme visibles, ou omet les calculs, indique que l'IR est la radiation électromagnétique dommageable et associe l'IR aux brûlures.
AMS : Une réponse de ce niveau classe 808 nm et 1 064 nm dans le spectre de l'infrarouge, fournit des calculs pour l'émission par le cristal KTP de radiations électromagnétiques de 532 nm et explique comment l'IR peut causer du tort.

La longueur d'onde émise est 1 064 nm, ce qui est plus long que 808 nm. Cela signifie qu'elle a moins d'énergie parce que $E = \frac{hc}{\lambda}$. Le diagramme ressemble à ceci :



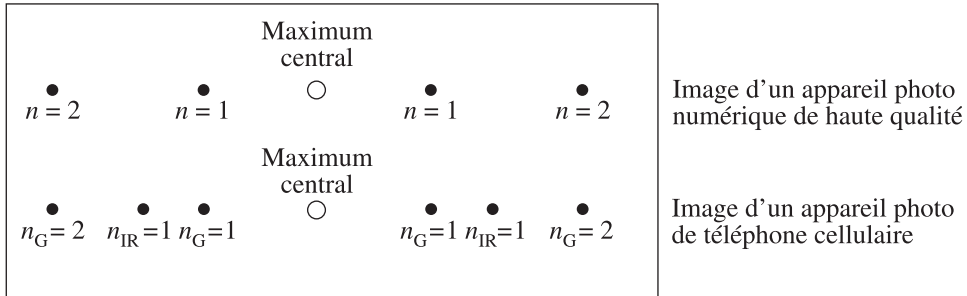
L'efficacité du matériel laser est de :

$$\begin{aligned} \text{Efficacité} &= \frac{E_{\text{sortie}}}{E_{\text{entrée}}} \times 100\% \\ &= \frac{\frac{hc}{\lambda_{\text{sortie}}}}{\frac{hc}{\lambda_{\text{entrée}}}} \times 100\% \\ &= \frac{808 \text{ nm}}{1064 \text{ nm}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Efficacité} = 75,9 \%$$

La vitesse des photons absorbés par le cristal KTP et de ceux émis par le cristal est la même : $3,00 \times 10^8$ m/s. L'énergie des photons émis est deux fois plus grande que celle des photons absorbés, car $E = hf$, et une fréquence doublée signifie une énergie doublée. La moitié de l'intensité apparaît alors comme sensée, car l'intensité correspond à peu près au nombre de photons. Si chaque photon porte le double d'énergie, il en faut alors la moitié moins pour transporter la même énergie totale.

Les figures d'interférence sont semblables en ceci qu'elles sont symétriques et que le pointeur laser se situe au maximum central.



La figure d'interférence de la lumière visible verte est plus étroite que celle de la lumière IR parce que le diagramme montre les maximums de second ordre pour le vert, mais seulement ceux de premier ordre pour l'IR, dans la deuxième figure. Cela a du sens parce que les longueurs d'onde plus grandes diffractent davantage. Par conséquent, les longueurs d'onde plus grandes de l'IR auront un maximum de premier ordre plus loin du maximum central que celles de la lumière verte.

La particularité technique la plus simple consiste en un filtre vert qui permet uniquement à la lumière verte de passer. (**À noter :** On doit préciser si le filtre bloque ou transmet une lumière donnée. Par exemple, un filtre IR peut bloquer les IR, tandis qu'un filtre vert transmet le vert.) Cet ajout rendrait le pointeur laser sécuritaire parce que seule la lumière verte non nuisible émergerait de l'appareil.

À noter : C : Une réponse de ce niveau présente un filtre.

C/A : Une réponse de ce niveau présente un filtre, décrit le filtre en ce qui concerne ce qu'il bloque ou transmet et, en fonction de cela, décrit comment les radiations électromagnétiques nuisibles des IR ne peuvent s'échapper du pointeur.

Effet Compton

Introduction

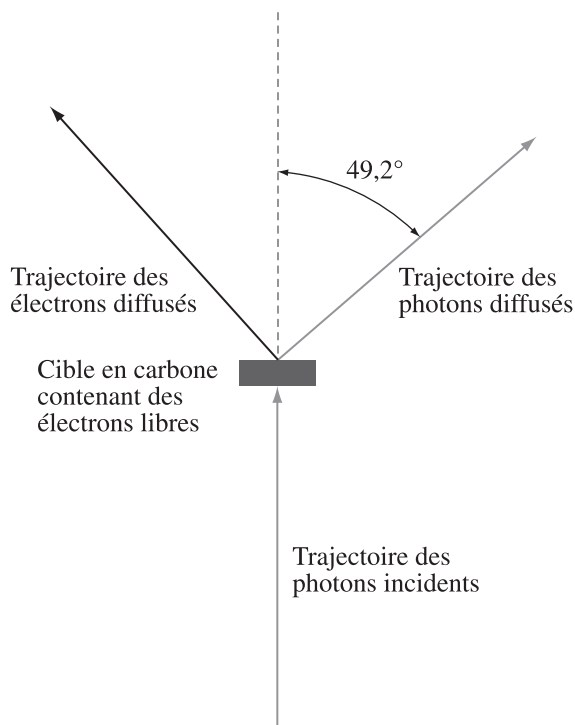
Cette question est conçue pour explorer l'analyse bidimensionnelle (2-D). Les élèves devraient pouvoir fournir une réponse complète en 15 minutes.

On a inclus cette question afin que les élèves puissent revoir le processus de vérification.

Cette question explore des concepts de Physique 30 – Unités A1 et C2.

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

Un photon de rayon X incident a une quantité de mouvement de $9,35 \times 10^{-24}$ J·s/m. Il interagit avec un électron libre initialement stationnaire. Un photon de rayon X diffusé a une quantité de mouvement de $9,27 \times 10^{-24}$ J·s/m, à $49,2^\circ$ de la direction du photon incident.



1. À l'aide des principes physiques de conservation de la quantité de mouvement, de conservation de l'énergie et de la dualité onde-particule, **analysez** l'interaction décrite ci-dessus. Dans votre réponse :
 - en utilisant l'analyse vectorielle en 2-D, **déterminez** la quantité de mouvement de l'électron diffusé.
 - **déterminez** l'énergie de l'électron diffusé. **Classez** l'interaction décrite ci-dessus. **Appuyez** votre classification.

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>En utilisant l'analyse vectorielle en 2-D, déterminez la quantité de mouvement de l'électron diffusé. (P30–A1.4c, A1.3h, C2.6c)</p>	<table border="1" data-bbox="318 667 542 1482"> <thead> <tr> <th></th> <th>Absent</th> <th>Présent avec erreur(s)</th> <th>Présent et juste</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Direction de référence</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Conventions vectorielles</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Principes de physique</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Formule(s)</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Substitutions</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Réponse conforme</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>Rétroaction par les pairs : J'ai placé un « x » dans les cercles pour y indiquer le niveau de compréhension démontrée par ta réponse. J'ai choisi ce niveau, car j'ai remarqué que...</p>		Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste	Direction de référence	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Conventions vectorielles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Principes de physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Formule(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Substitutions	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Réponse conforme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>
	Absent	Présent avec erreur(s)	Présent et juste																											
Direction de référence	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
Conventions vectorielles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
Principes de physique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
Formule(s)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
Substitutions	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
Réponse conforme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																											
<p>Déterminez l'énergie de l'électron diffusé. Classez l'interaction décrite ci-dessus. Appuyez votre classification. (P30–A1.5c, C2.6c)</p>	<table border="1" data-bbox="930 541 1068 1482"> <thead> <tr> <th></th> <th>Connaissances</th> <th>Compréhension/Application</th> <th>Higher Mental Activities</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Déterminez</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Classez</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Appuyez</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <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>		Connaissances	Compréhension/Application	Higher Mental Activities	Déterminez				Classez				Appuyez				<p>Changements que je vais apporter à ma réponse...</p>												
	Connaissances	Compréhension/Application	Higher Mental Activities																											
Déterminez																														
Classez																														
Appuyez																														

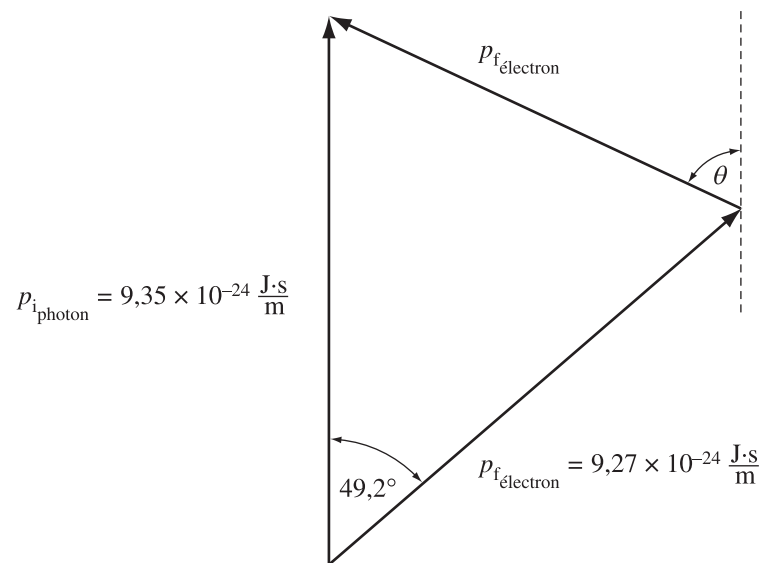
Exemples de réponse et commentaires aux enseignants

Trouvez la quantité de mouvement de l'électron diffusé.

La quantité de mouvement est conservée dans un système isolé.

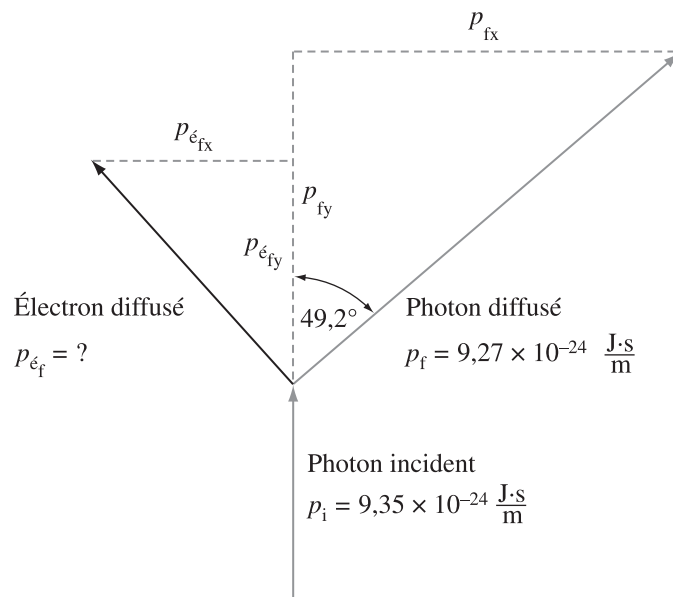
Méthode 1 – Addition vectorielle à l'échelle

En utilisant une échelle de $1 \text{ cm} = 1,0 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s}/\text{m}$, on obtient :



La mesure du vecteur de l'électron diffusé indique que $p_{e_f} = 7,75 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s}/\text{m}$, à 65° de la direction du rayon X incident.

Méthode 2 – Composantes



$$\vec{p}_i = \vec{p}_f$$

$$p_{i\ x} = p_{f\ x}$$

$$p_{i\ x} = 0$$

$$p_{f\ x} = p_{f\ x\ \text{photon}} + p_{f\ x\ \text{électron}}$$

$$\begin{aligned} p_{f\ x\ \text{photon}} &= p_p \cdot \sin\theta \\ &= (9,27 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s}/\text{m}) \times \sin 49,2^\circ \\ &= 7,0173 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s}/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_{f\ x\ \text{électron}} &= p_{i\ x} - p_{f\ x\ \text{photon}} \\ &= 0 - 7,0173 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s}/\text{m} \\ &= -7,0173 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s}/\text{m} \end{aligned}$$

$$P_{i y} = P_{f y}$$

$$P_{i y} = 9,35 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}$$

$$P_{f y} = P_{f y \text{ photon}} + P_{f y \text{ électron}}$$

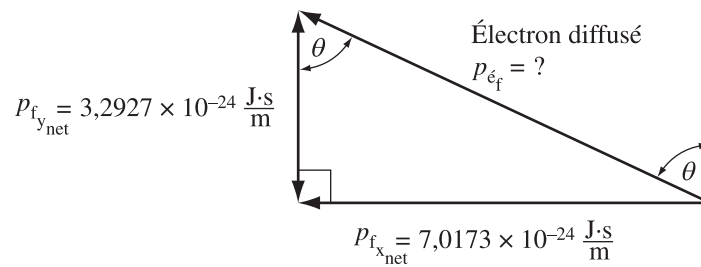
$$P_{f y \text{ photon}} = p_f \cdot \cos \theta$$

$$= (9,27 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}) \times \sin 49,2^\circ$$

$$= 6,057 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}$$

$$P_{f y \text{ électron}} = (9,35 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}) - (6,057 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})$$

$$= 3,2927 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}$$



$$P_{f e} = \sqrt{P_{f x e}^2 + P_{f y x}^2}$$

$$= \sqrt{(7,0173 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})^2 + (3,2927 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})^2}$$

$$= 7,75 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}$$

$$\tan \theta = \frac{P_{f x e}}{P_{f y e}}$$

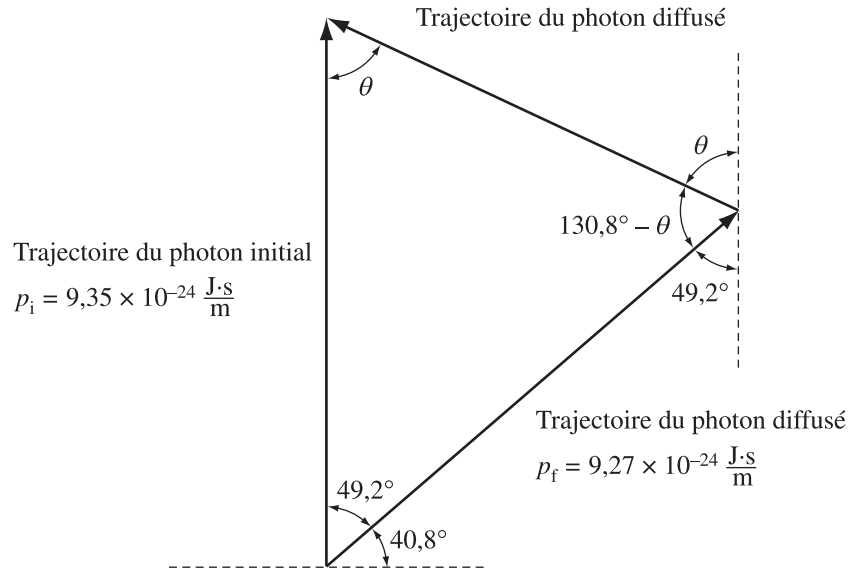
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{7,0173 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}}{3,2927 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}} \right)$$

$$= 65^\circ$$

$\therefore p_{e_f} = 7,75 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}$, à 65° de la direction du photon incident

Méthode 3 – Loi de Lambert et loi des sinus

À noter : Cette solution fait appel à des mathématiques **non** obligatoires pour le programme d'études.



$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$p_{e_f}^2 = p_{\text{photon } i}^2 + p_{\text{photon } f}^2 - 2p_{\text{photon } i} \times p_{\text{photon } f} \times \cos 49,2^\circ$$

$$p_{e_f}^2 = (9,35 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})^2 + (9,27 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})^2 - 2(9,35 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})^2 \times (9,27 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})^2 \times \cos 49,2^\circ$$

$$p_{e_f} = 7,751489 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}$$

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b}$$

$$\frac{\sin \theta}{p_{\text{photon } f}} = \frac{\sin 49,2^\circ}{p_{e_f}}$$

$$\sin \theta = \frac{(\sin 49,2^\circ)(9,27 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})}{7,751489 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}}$$

$$\sin \theta = 0,9052898$$

$$\theta = 64,8623^\circ$$

$$\theta = 65^\circ$$

La quantité de mouvement de l'électron diffusé est de $7,75 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}$ à un angle de 65° de la direction du photon incident.

Trouvez l'énergie de l'électron diffusé.

$$p = mv$$

$$v = \frac{p}{m}$$

$$= \frac{7,751489 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m}}{9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= 8,508769 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2}(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(8,508769 \times 10^6 \text{ m/s})^2$$

$$= 3,29778165 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$= 3,230 \times 10^{-17} \text{ J}$$

Classez l'interaction :

Élastique $E_{c i} = E_{c f}$

Inélastique $E_{c f} < E_{c i}$

$$E_{c i} = E_{\text{photon } i}$$

$$= pc$$

$$= (9,35 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})(3,00 \times 10^8 \text{ m/s})$$

$$= 2,805 \times 10^{-15} \text{ J}$$

$$E_{c f} = E_{\text{photon } f} + E_c \text{ électron}$$

$$= pc + (3,30 \times 10^{-17} \text{ J})$$

$$= (9,27 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})(3,00 \times 10^8 \text{ m/s}) + (3,30 \times 10^{-17} \text{ J})$$

$$= 2,814 \times 10^{-15} \text{ J}$$

$$= 2,81 \times 10^{-15} \text{ J}$$

Puisque $E_{c i} = E_{c f}$, l'interaction est élastique.

À noter : La réponse suivante contient un défaut fondamental dans la logique.

$$\begin{aligned}E_{c\ i} &= E_{c\ f} \\E_{\text{photon i}} &= E_{\text{photon f}} + E_{c\ \text{électron}} \\p_i c &= p_f c + E_{c\ \text{électron}} \\&= (9,35 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})(3,00 \times 10^8 \text{ m/s}) \\&= (9,27 \times 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{s/m})(3,00 \times 10^8 \text{ m/s}) + (3,30 \times 10^{-17} \text{ J}) \\&= 2,805 \times 10^{-15} \text{ J} \\&= 2,81 \times 10^{-15} \text{ J}\end{aligned}$$

Donc, l'interaction est élastique.

Le défaut est l'**hypothèse** selon laquelle l'énergie est conservée. On ne peut le confirmer que lorsqu'on détermine que l'énergie est conservée.

Physique 30 – Évaluation sommative

Deux questions de style holistique ont été conçues pour l'évaluation sommative.

Évolution du modèle atomique

Question

Utilisez l'information ci-dessous pour répondre à cette question holistique.

Les théories scientifiques se font continuellement réviser. Parfois, une nouvelle théorie peut ne pas concorder avec une théorie existante; dans d'autres cas, on apporte de nouvelles observations qui ne peuvent être expliquées par une théorie existante. Dans chaque situation, la théorie existante doit être revue ou remplacée.

Le modèle planétaire de l'atome de Rutherford a été revu pour deux raisons : il ne concordait pas avec la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell et il ne pouvait expliquer l'observation des spectres de raies.

Réponse écrite — 5 points

- 1. Décrivez** ce qui a mené à la révision du modèle planétaire de l'atome de Rutherford. Dans votre réponse, **indiquez** les caractéristiques principales de ce modèle et **expliquez** pourquoi les révisions étaient nécessaires à la suite de la théorie de Maxwell sur la radiation électromagnétique et à la suite de l'analyse des spectres de raies. **Indiquez** les caractéristiques principales du modèle atomique revu qui a remplacé le modèle de Rutherford.

On attribuera des points pour les notions de physique utilisées pour résoudre ce problème et pour la communication efficace de votre réponse.

Guide de notation pour les questions holistiques

Concepts principaux : modèle de Rutherford; théorie des radiations électromagnétiques de Maxwell; spectres de raies; modèle atomique moderne	
Note	Critères
5 Excellent	<p>L'élève fournit une solution complète qui couvre toute la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le lecteur n'a aucune difficulté à suivre la stratégie ou la solution présentée par l'élève. • Les énoncés constituant la réponse sont justifiés de façon explicite, mais peuvent contenir des erreurs mineures ou comporter des omissions mineures. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise les principales généralisations de la physique, comme les forces équilibrées et non équilibrées et les lois de la conservation. L'élève applique les connaissances d'un domaine de la physique à un autre.</i></p>
4 Habile	<p>L'élève fournit une solution aux parties importantes de la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le lecteur peut éprouver un peu de difficulté à suivre la stratégie ou la solution présentée par l'élève. • Les énoncés constituant la réponse sont justifiés de façon implicite et peuvent contenir des erreurs. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise les principales généralisations de la physique. La réponse est en grande partie complète, correcte et contient certaines applications de la connaissance de la physique.</i></p>
3 Satisfaisant	<p>L'élève fournit une solution qui démontre un progrès significatif en vue de répondre à la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le lecteur a de la difficulté à suivre la stratégie ou la solution présentée par l'élève. • Les énoncés constituant la réponse peuvent laisser place à l'interprétation et manquer de justifications. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise des méthodes propres à l'élément, qui reflètent une approche mémorisée, mais l'élève ne les applique pas à la question. (Par exemple, l'élève fournit des faits pertinents mémorisés, mais omet de les appliquer à la situation, à la technologie, à l'expérience, etc., décrites dans la question.)</i></p>
2 Limité	<p>L'élève fournit une solution qui démontre un certain progrès en vue de répondre à la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les énoncés présentés dans la réponse manquent de justifications. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise une méthode propre à l'élément.</i></p>
1 Faible	<p>L'élève fournit une solution contenant un énoncé pertinent qui commence à répondre à la question.</p>
0 Insuffisant	<p>L'élève fournit une solution qui n'est pas valable pour la question.</p>
AR	<p>Aucune réponse n'est fournie.</p>

**Les énoncés en italiques font référence au guide de notation pour les énoncés de normes, élaboré par le secteur de l'évaluation d'Alberta Education.*

Exemple de réponse

Le modèle planétaire de l'atome de Rutherford décrit l'atome comme un noyau très petit, massif, chargé positivement et entouré par des électrons en orbite autour, un peu à la manière des planètes gravitant autour d'une étoile.

La théorie des radiations électromagnétiques de Maxwell infirme le modèle planétaire parce que les électrons gravitant autour du noyau à la manière des planètes autour du soleil sont maintenus en orbite par une force électrostatique non équilibrée. Une telle force cause de l'accélération. Par conséquent, les électrons du modèle de Rutherford accélèrent continuellement et devraient continuellement émettre des radiations électromagnétiques. Parce qu'ils émettent de l'énergie, leurs orbites devraient se désagréger et l'atome devrait se désintégrer.

Les spectres de raies constituent la preuve que les atomes émettent ou absorbent de l'énergie uniquement dans des bandes d'énergie particulières. (Cela renforce l'idée que les électrons ne sont pas accélérés continuellement, mais qu'ils font seulement certaines transitions.) Ces énergies particulières correspondent au changement d'énergie entre les niveaux d'énergie uniques de l'atome en question. Il s'agit d'un modèle très différent de celui des planètes se déplaçant dans une orbite stable à n'importe quelle distance autour de leur soleil, tout en étant continuellement accélérées par une force perpendiculaire.

Caractéristiques des modèles qui ont remplacé le modèle planétaire de Rutherford :

Modèle planétaire de Rutherford-Bohr : les électrons existent dans des orbites quantifiées, stables et circulaires appelées niveaux d'énergie, qui ne nécessitent pas un dégagement d'énergie pour le mouvement se perpétuer. L'énergie est absorbée ou émise uniquement lorsque les électrons font des transitions entre ces niveaux d'énergie. Le noyau reste petit, massif et chargé positivement.

Modèle de Rutherford-Bohr avec de Broglie : les électrons sont des particules ondulatoires. Il y a seulement certaines tailles d'orbites où la longueur d'onde des électrons forme une onde stationnaire. Passer d'une configuration ondulatoire à une autre nécessite l'ajout ou l'émission d'un peu d'énergie. Le noyau reste petit, massif et chargé positivement.

Modèle de la mécanique quantique : les électrons ont simultanément une masse, une charge et des propriétés de particules ondulatoires. Leur position actuelle reste inconnue, mais leur position probable peut être estimée au moyen des équations d'onde de Schrödinger. Le noyau contient des protons et des neutrons. Le noyau est maintenu par la l'interaction nucléaire forte, qui surmonte la répulsion coulombienne entre les protons.

Toute réponse qui va au-delà des éléments qui précèdent ne relève pas de Physique 30, mais pourrait être exacte. Les correcteurs doivent vérifier l'exactitude de telles réponses.

Descriptions des réponses d'élèves pour les différents pointages.

Critères pour les notes de 5, 4, 3, 2 et 1

Une réponse complète répondra à toute la question. Elle contiendra une justification claire et explicite des conclusions tirées. Il n'est pas nécessaire qu'elle soit parfaite – une erreur ne fait pas nécessairement descendre la note en bas de 5.

- L'élève décrit explicitement le modèle de Rutherford et ses principales faiblesses. L'élève décrit les principales idées de la théorie de Maxwell, des spectres de raies et du modèle atomique revu, et applique de façon explicite les concepts de Physique 30 pour justifier pourquoi ce modèle revu représente une amélioration par rapport au modèle de Rutherford.

Une réponse en grande partie complète et correcte, à laquelle on accorde la note de 4, contient les relations implicites entre les énoncés et les conclusions. Ce type de réponse fournira aussi certaines applications de la physique aux informations fournies.

- L'élève présente des énoncés vrais au sujet du modèle de Rutherford, de la théorie de Maxwell, des spectres de raies et du modèle revu, et commence à relier les idées ensemble pour montrer un « développement » ou une « évolution » vers un modèle plus juste de l'atome. Certains liens dans la réponse sont implicites.

On attribuera la note de 3 à une réponse mémorisée qui comporte des éléments de physique exacts et appropriés, mais qui ne parvient pas à les appliquer à la situation décrite dans l'élément.

- L'élève pourra présenter des énoncés vrais au sujet de tous les concepts principaux de la question, mais ne pas réussir à les relier à la question.

On accordera la note de 2 aux réponses qui dénotent quelque progrès, mais qui nécessitent que l'élève fasse preuve de plus de connaissances. Habituellement, les idées seront décousues. Souvent, elles comporteront des renseignements erronés.

- L'élève traite deux concepts principaux de la question.

La réponse d'un élève qui contient un énoncé pertinent reçoit la note de 1. Une telle réponse « commence à répondre à la question ».

- L'élève traite un concept principal de la question.

Énergie de liaison

Question

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

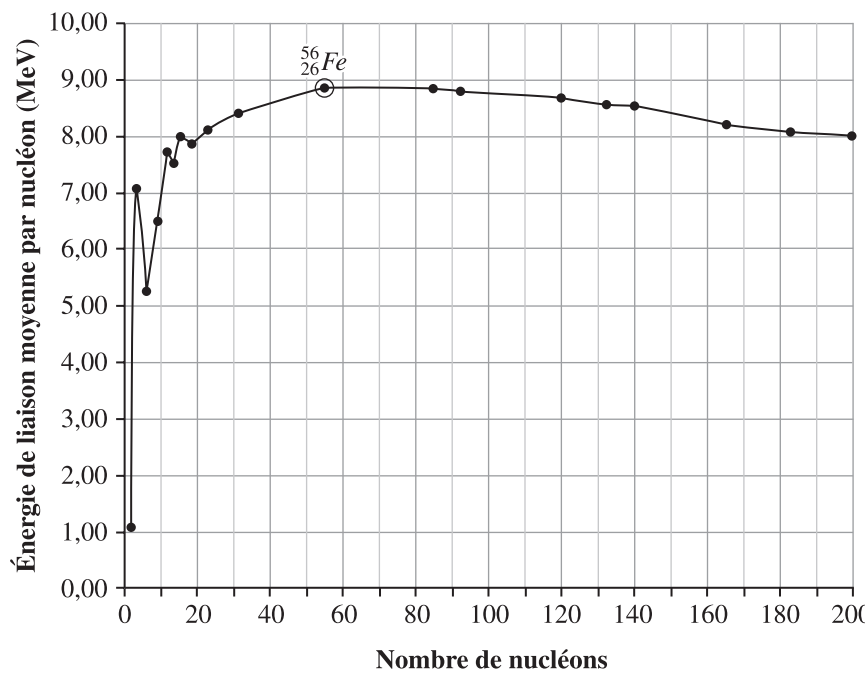
Lorsqu'une étoile prend de l'âge, elle peut passer par un stade appelé réaction alpha, dans lequel des éléments d'un nombre croissant de nucléons sont formés. Les réactions alpha commencent avec de l'hydrogène 1 et se terminent avec du fer 56. Les éléments qui ont un plus grand nombre de nucléons que le fer 56 sont formés par la capture d'un neutron au cours de l'explosion d'une supernova.

Trois étapes d'une réaction alpha

	Équation de la réaction	Énergie associée à une réaction
Réaction I	${}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^8_4\text{Be}$	-92 keV
Réaction II	${}^8_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C}$	7,367 MeV
Réaction III	${}^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{16}_8\text{O}$	7,151 MeV

Un graphique de l'énergie de liaison moyenne par nucléon comme fonction du nombre de nucléons dans un noyau est fourni ci-dessous. Le nucléon le plus stable est le fer 56.

Énergie de liaison moyenne par nucléon en fonction du nombre de nucléons



Réponse écrite — 5 points

2. À l'aide des concepts d'analyse graphique, d'équivalence masse-énergie et de forces fondamentales (interaction nucléaire forte et force électrostatique), **analysez** le graphique illustré à la page précédente. Dans votre réponse :

- au moyen de la notation des isotopes, **légendez** les points sur le graphique qui correspondent aux noyaux concernés dans les réactions I, II et III données à la page précédente.
- **prédisez** qualitativement comment la masse des produits se compare à celle des réactants pour les réactions I et II. **Expliquez** ce que le signe négatif (–) et le signe positif (+) signifient pour ces deux réactions.
- **indiquez** les particules sur lesquelles agit chacune des forces fondamentales nommées plus haut.
- **expliquez** les caractéristiques du nucléus qui le rendent stable.

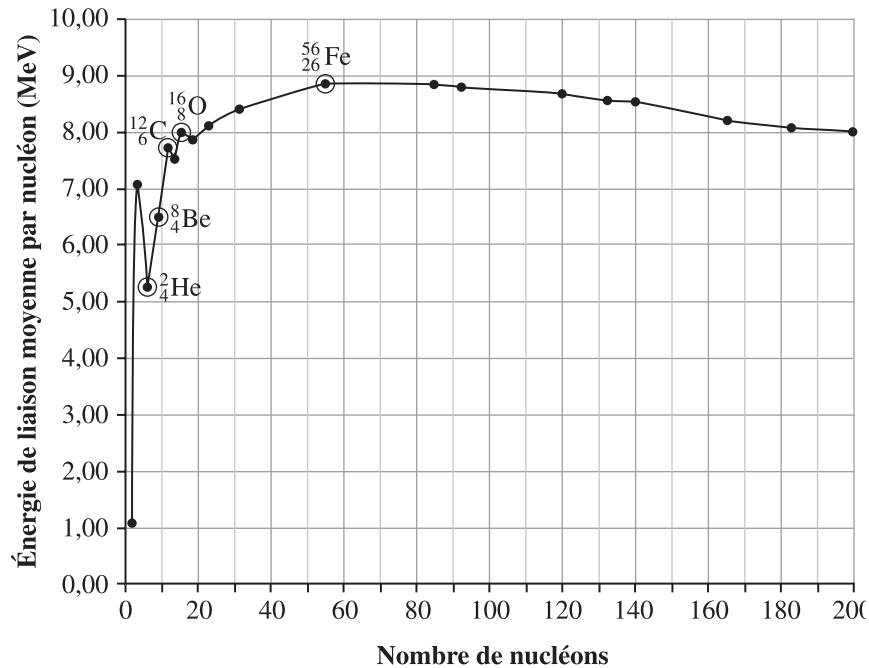
Guide de notation pour les questions holistiques

Concepts principaux : analyse graphique; notation des isotopes; équivalence masse-énergie; forces fondamentales	
Note	Critères
5 Excellent	<p>L'élève fournit une solution complète qui couvre toute la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le lecteur n'a aucune difficulté à suivre la stratégie ou la solution présentée par l'élève. • Les énoncés constituant la réponse sont justifiés de façon explicite, mais peuvent contenir des erreurs mineures ou comporter des omissions mineures. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise les principales généralisations de la physique, comme les forces équilibrées et non équilibrées et les lois de la conservation. L'élève applique les connaissances d'un domaine de la physique à un autre.</i></p>
4 Habile	<p>L'élève fournit une solution aux parties importantes de la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le lecteur peut éprouver un peu de difficulté à suivre la stratégie ou la solution présentée par l'élève. • Les énoncés constituant la réponse sont justifiés de façon implicite et peuvent contenir des erreurs. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise les principales généralisations de la physique. La réponse est en grande partie complète, correcte et contient certaines applications de la connaissance de la physique.</i></p>
3 Satisfaisant	<p>L'élève fournit une solution qui démontre un progrès significatif en vue de répondre à la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le lecteur a de la difficulté à suivre la stratégie ou la solution présentée par l'élève. • Les énoncés constituant la réponse peuvent laisser place à l'interprétation et manquer de justifications. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise des méthodes propres à l'élément, qui reflètent une approche mémorisée, mais l'élève ne les applique pas à la question. (Par exemple, l'élève fournit des faits pertinents mémorisés, mais omet de les appliquer à la situation, à la technologie, à l'expérience, etc., décrites dans la question.)</i></p>
2 Limité	<p>L'élève fournit une solution qui démontre un certain progrès en vue de répondre à la question.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les énoncés présentés dans la réponse manquent de justifications. <p><i>Dans sa réponse, l'élève utilise une méthode propre à l'élément.</i></p>
1 Faible	<p>L'élève fournit une solution contenant un énoncé pertinent qui commence à répondre à la question.</p>
0 Insuffisant	<p>L'élève fournit une solution qui n'est pas valable pour la question.</p>
AR	<p>Aucune réponse n'est fournie.</p>

*Les énoncés en italiques font référence au guide de notation pour les énoncés de normes, élaboré par le secteur de l'évaluation d'Alberta Education.

Exemple de réponse

Réponse avec points légendés



Lorsque le signe associé à l'énergie est négatif, l'énergie est libérée, et la masse mesurée des produits est inférieure à la masse mesurée des réactants. Lorsque le signe associé à l'énergie est positif, l'énergie est requise pour que la réaction se produise. Cela signifie que la matière doit avoir été introduite dans le système ou que la masse des réactants est inférieure à la masse des produits. L'équivalence masse-énergie est rendue par $E = \Delta mc^2$. Ici, le delta signifie : $m_f - m_i$. Cela renforce l'idée que le signe négatif signifie que la masse initiale est plus grande.

L'interaction nucléaire forte, une force fondamentale, agit sur les nucléons : de proton à proton, de proton à neutron et de neutron à neutron. La force électrostatique agit sur les objets chargés : de proton à proton, ou à l'extérieur du noyau, de proton à électron et d'électron à électron.

Pour qu'un noyau reste stable, l'interaction nucléaire forte retenant tous les nucléons dans le noyau doit être égale à la force électrostatique de répulsion créée par les protons dans le noyau, ou plus grande que celle-ci. En général, le nombre de neutrons doit augmenter plus rapidement que le nombre de protons lorsque le noyau devient plus gros.

Descriptions des réponses d'élèves pour les différents pointages.

Critères pour les notes de 5, 4, 3, 2 et 1, pour la question du modèle de l'atome

Une réponse complète répondra à toute la question. Elle contiendra une justification claire et explicite des conclusions tirées. Il n'est pas nécessaire qu'elle soit parfaite – une erreur ne fait pas nécessairement descendre la note en bas de 5.

- Les élèves légendent tous les noyaux sur le graphique. Ils justifient mathématiquement les signes positif et négatif, ou en faisant référence aux concepts chimiques de réactions exothermique et endothermique. Ils indiquent clairement les particules sur lesquelles les deux forces agissent. Ils mentionnent que l'interaction nucléaire forte doit être plus grande que la force électrostatique et ils fournissent un mécanisme qui produirait ce résultat.

Une réponse en grande partie complète et correcte, à laquelle on accorde la note de 4, contient les relations implicites entre les énoncés et les conclusions. Ce type de réponse fournira aussi certaines applications de la physique aux informations fournies.

- L'élève fournit des énoncés vrais et traite de la signification du signe associé à l'énergie ou des caractéristiques d'un noyau stable. Certains liens dans la réponse sont implicites.

On attribuera la note de 3 à une réponse mémorisée qui comporte des éléments de physique exacts et appropriés, mais qui ne parvient pas à les appliquer à la situation décrite dans l'élément.

- L'élève pourra présenter des énoncés vrais au sujet de tous les concepts principaux de la question, mais ne pas réussir à les relier à la question.

On accordera la note de 2 aux réponses qui dénotent quelque progrès, mais qui nécessitent que l'élève fasse preuve de plus de connaissances. Habituellement, les idées seront décousues. Souvent, elles comporteront des renseignements erronés.

- L'élève traite deux concepts principaux de la question.

La réponse d'un élève qui contient un énoncé pertinent reçoit la note de 1. Une telle réponse « commence à répondre à la question ».

- L'élève traite un concept principal de la question.

