

**Normes de
rendement des
élèves**

**Physique 20
et Physique 30**

Version mise à jour en 2013

Document basé sur le Programme d'études de 2008 de Physique 20 et 30



Alberta  Government

Ce document est destiné principalement au(x) :

Élèves	✓
Enseignants	✓ de Physique 20 et de Physique 30
Administrateurs	✓
Parents	
Grand public	
Autres	

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.

Diffusion : Ce document est diffusé sur le site Web de Alberta Education, à education.alberta.ca.

© 2013, 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.

Par la présente, 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.

Les extraits de textes dans ce document **ne peuvent pas** être reproduits sans l'autorisation écrite de l'éditeur original (voir les références bibliographiques, le cas échéant).

Table des matières

Introduction	1
Verbes utilisés pour décrire le rendement des élèves	2
Normes de rendement basées sur l'évaluation en classe en Physique 20	3
Normes de rendement basées sur l'évaluation en classe en Physique 30	21

Introduction

Le document *Normes de rendement basées sur l'évaluation en classe en Physique 20 et Physique 30* est un outil conçu pour les enseignants de physique. Le présent document n'est pas le Programme d'études. Il s'agit plutôt d'un document destiné à aider les enseignants à déterminer les aptitudes que peuvent démontrer les élèves **qui atteignent** la *norme acceptable* et **qui atteignent** la *norme d'excellence* dans chacun de ces deux cours. La liste d'aptitudes présentée ci-après n'est ni normative ni exhaustive.

Les élèves qui démontrent des aptitudes ne correspondant pas encore à celles décrites dans la première colonne ne réussissent probablement pas en Physique 20 ou 30 et leurs notes devraient indiquer qu'ils se situent **en dessous de** la *norme acceptable*. Les élèves qui démontrent des aptitudes qui dépassent celles décrites dans la première colonne, mais qui ne démontrent pas encore celles décrites dans la deuxième colonne atteignent la *norme acceptable* et devraient avoir des notes situées entre 50 % et 80 %. Les élèves qui démontrent généralement des aptitudes et des attitudes décrites dans la deuxième colonne atteignent la *norme d'excellence* et ils devraient obtenir des notes supérieures à 80 %.

Ces normes sont liées à la cognition, aux processus et aux attitudes que les élèves utilisent généralement : les élèves qui ont un faible niveau de mémorisation, qui peuvent calculer des réponses à l'aide des équations figurant sur la feuille de données, qui ont besoin de directives claires et complètes, qui utilisent des méthodes algorithmiques mémorisées, sont des élèves qui démontrent qu'ils ne sont **seulement qu'à** la *norme acceptable*; les élèves qui utilisent des processus de niveau supérieur, comme en reliant des idées issues de plusieurs domaines d'étude, qui sont en mesure de dériver une équation et de justifier la dérivation en fonction d'une perspective physique globale, qui sont capables de travailler à partir de directives incomplètes ou qui peuvent concevoir une nouvelle procédure expérimentale, démontrent un ensemble de méthodes bien plus sophistiquées indiquant que ce sont des élèves qui atteignent la *norme d'excellence*.

Verbes utilisés pour décrire le rendement des élèves

Les verbes utilisés dans le présent document pour décrire ce que font les élèves sont employés intentionnellement. Ils sont liés à la cognition nécessaire correspondant aux verbes figurant dans le Programme d'études en Physique 20-30, 2008. Le tableau ci-dessous présente un résumé des verbes les plus courants figurant dans ce document et ce qu'ils exigent de l'élève.

Comparer	Examiner le caractère ou les qualités de deux choses en montrant des caractéristiques qui soulignent leurs <i>ressemblances</i> et leurs <i>différences</i>
Concevoir/Planifier	Faire un plan, c'est-à-dire une suite détaillée d'étapes à suivre, en vue d'un but précis
Décrire	Faire un compte rendu par écrit des caractéristiques de quelque chose ou les représenter par une figure, un modèle ou une image
Définir	Présenter les qualités essentielles ou le sens d'un mot ou d'un concept; distinguer et clarifier en précisant les limites
Déterminer	Trouver une solution, avec un degré de précision donné, à un problème en montrant des formules, des procédures et des calculs appropriés
Évaluer	Indiquer la signification ou la valeur de quelque chose en identifiant les points positifs et négatifs ou les avantages et les inconvénients
Expliquer	Clarifier ce qui n'est pas immédiatement évident ou entièrement connu; énoncer la cause ou la raison; présenter en détail
Identifier	Reconnaître et sélectionner quelque chose d'après ses caractéristiques
Inférer	Formuler une généralisation à partir d'un échantillon de données; tirer une conclusion en raisonnant à partir de données
Interpréter	Dire le sens de quelque chose; présenter de l'information sous une nouvelle forme qui ajoute du sens aux données initiales
Justifier/ Montrer comment	Donner des arguments ou présenter des faits qui appuient une position

La colonne *Norme d'excellence* contient également l'expression « communiquer explicitement ». Lorsqu'un élève communique explicitement, on n'a pas besoin de compléter des parties manquantes ou d'établir des liens entre les idées présentées. En Physique 20, ce qui suit démontrerait une communication implicite : Un objet en orbite subit une force centripète constante et ne change pas sa vitesse. Une communication explicite pourrait ressembler à ceci : Un objet en orbite circulaire subit une force centripète constante. Comme la force est perpendiculaire à la direction du déplacement, la force n'agit pas sur l'objet; donc l'énergie cinétique de l'objet ne change pas, c'est pourquoi sa vitesse est constante.

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « scalaire »
 - définir « vecteur »
 - identifier les similarités et les différences entre quantité scalaire et quantité vectorielle
 - définir « déplacement », « vitesse vectorielle » et « accélération »
 - classer la distance, le temps et la vitesse comme des valeurs scalaires
 - classer le déplacement, la vitesse vectorielle et l'accélération comme des valeurs vectorielles
 - associer des unités SI à des quantités physiques :
 \vec{d} en m
 \vec{v} en m/s
 \vec{a} en m/s²
 - convertir des m/s en km/h (à l'aide du facteur de conversion 3,6)
 - utiliser les règles d'usage des signes (ex. : signes positifs pour la droite, le haut, le nord ou l'est, et les signes négatifs pour la gauche, le bas, le sud ou l'ouest)
 - utiliser la notation delta correctement
-
- décrire le mouvement comme uniforme ou uniformément accéléré à partir d'une description écrite ou de valeurs numériques
 - entrer des données dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée appropriée

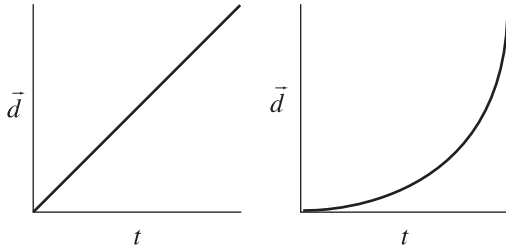
Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- communiquer explicitement :
 - que la vitesse vectorielle dépend du système de référence de l'observateur
 - que l'accélération et la vitesse vectorielle peuvent se diriger dans différentes directions (ex. : linéaire ou en angle)
 - qu'une vitesse vectorielle négative peut signifier qu'un objet ralentit ou accélère et qu'une vitesse vectorielle positive peut signifier qu'un objet accélère ou ralentit
 - qu'une accélération négative peut faire ralentir ou accélérer un objet et qu'une accélération positive peut faire ralentir ou accélérer un objet
 - que la direction du mouvement peut être différente de la direction de l'accélération
 - qu'une vitesse vectorielle de zéro ne veut pas dire que l'accélération doit être de zéro; qu'une accélération de zéro ne veut pas dire que la vitesse vectorielle doit être de zéro
- communiquer explicitement les règles d'usage des signes pour pouvoir faire des calculs mathématiques avec les vecteurs
- calculer, décrire ou déterminer le mouvement d'un objet par rapport à un autre objet en fonction d'un point de référence fixe
- utiliser l'analyse des unités comme méthode de résolution de problèmes (ex. : convertir explicitement les m/s et les km/h sans l'aide du facteur de conversion 3,6)
- interpréter des graphiques de la position en fonction du temps et des graphiques de la vitesse vectorielle en fonction du temps quand le mouvement d'un objet change (ex. : mouvement uniformément accéléré suivi d'un mouvement uniforme)
- communiquer explicitement que la forme de la trajectoire de l'objet est différente de la forme du graphique du mouvement

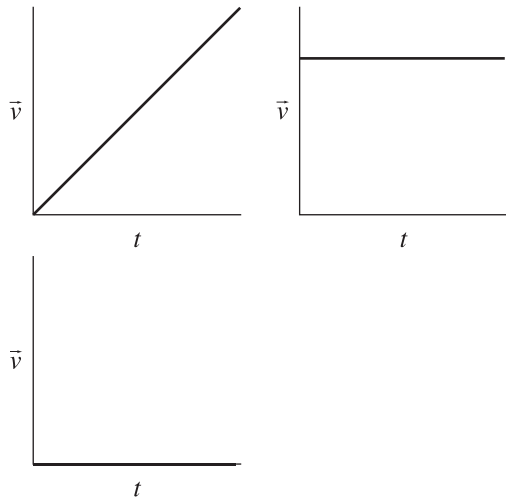
Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- tracer des formes de graphiques à l'intérieur d'un quadrant à partir de descriptions verbales de mouvement simple (mouvement uniforme ou mouvement uniformément accéléré)

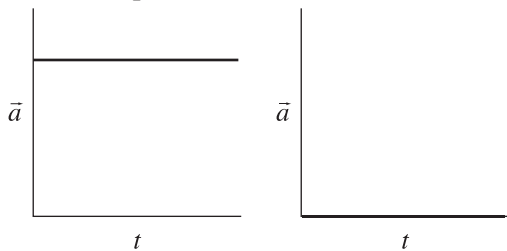
ex. : Graphiques de la position en fonction du temps



ex. : Graphiques de la vitesse vectorielle en fonction du temps



ex. : Graphique de l'accélération en fonction du temps

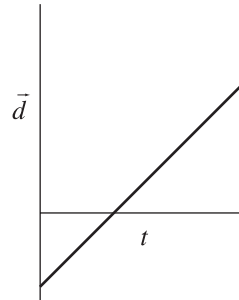


- interpréter la forme des graphiques qui illustrent un mouvement uniforme, un mouvement uniformément accéléré ou un changement dans le mouvement

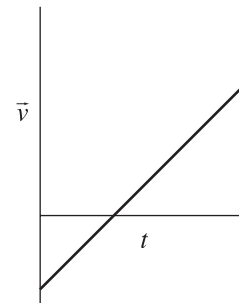
Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- tracer des formes de graphiques qui nécessitent deux quadrants à partir de descriptions verbales du mouvement

ex. : Graphique de la position en fonction du temps



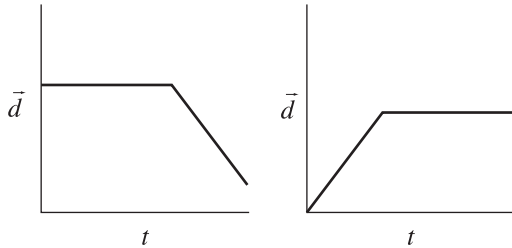
ex. : Graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps



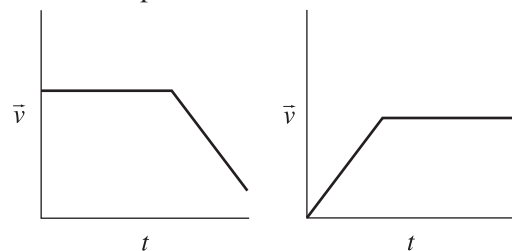
- interpréter la forme des graphiques qui illustrent plus de deux changements dans le type de mouvement

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

ex. : Graphiques de la position en fonction du temps



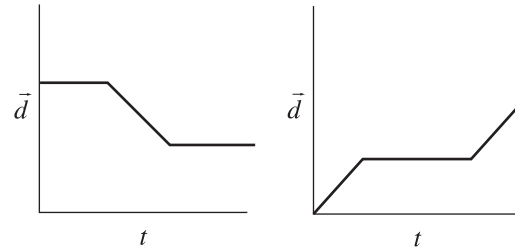
ex. : Graphiques de la vitesse vectorielle en fonction du temps



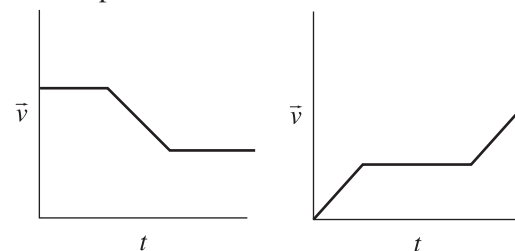
- faire l'analyse graphique de la pente
 - la vélocité à partir d'un graphique de la position en fonction du temps
 - l'accélération à partir d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps
- faire l'analyse graphique d'une surface dans le cas de surfaces simples (ex. : deux rectangles ou deux triangles ou un trapézoïde; aussi toute la surface positive ou toute la surface négative)
 - déplacement, $\Delta \vec{d}$, à partir d'un graphique de la vitesse vectorielle en fonction du temps
 - vitesse vectorielle à partir d'un graphique de l'accélération en fonction du temps
- identifier les variables manipulées, répondantes et contrôlées en fonction de l'analyse et de la procédure ou de l'appareil
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur sur un objet qui subit un mouvement uniforme ou un mouvement uniformément accéléré
- mesurer les distances et calculer la vitesse à partir d'images programmées (strobophotographie, détecteurs de mouvement, marqueur à étincelles, etc.)

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

ex. : Graphiques de la position en fonction du temps



ex. : Graphiques de la vitesse vectorielle en fonction du temps



- communiquer explicitement la signification des pentes positives et négatives
- interpréter la signification de l'abscisse à l'origine et de l'ordonnée à l'origine dans les graphiques de la position en fonction du temps, de la vitesse vectorielle en fonction du temps et de l'accélération en fonction du temps
- communiquer explicitement la signification des surfaces positives et négatives
- faire l'analyse graphique de la surface dans le cas des surfaces complexes (ex. : surfaces positives ou négatives, deux rectangles et un triangle)
- concevoir une expérience à l'aide des technologies disponibles pour démontrer les rapports entre le déplacement, la vitesse vectorielle, l'accélération et le temps
- faire des mesures avec les chiffres significatifs appropriés en fonction de la précision des instruments employés
- expliquer l'analyse des observations expérimentales
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- dans le cas du mouvement dans une direction (vertical seulement ou horizontal seulement), déterminer la grandeur des variables reliées au mouvement dans une direction
($v_i = 0$ m/s or $v_f = 0$ m/s) au moyen de

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{t}$$

$$\vec{d} = \vec{v}_i t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{d} = \vec{v}_i t - \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{d} = \left(\frac{\vec{v}_f + \vec{v}_i}{2} \right) t$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$
- additionner des vecteurs perpendiculaires en traçant un diagramme vectoriel et en déterminant la résultante graphiquement ou algébriquement
- déterminer les composantes perpendiculaires d'une quantité vectorielle
- définir « projectile »
- définir « trajectoire »
- énoncer que la forme de la trajectoire suivie par un projectile près de la surface de la Terre est parabolique
- définir la « portée » comme le déplacement horizontal d'un projectile
- analyser le mouvement de projectiles quand la vitesse vectorielle initiale est horizontale
 - identifier le type de mouvement en direction horizontale et en direction verticale
 - à partir du temps et d'une valeur nulle de la vitesse, déterminer d_x , d_y ou $|\vec{v}_f| = \sqrt{|\vec{v}_{fx}|^2 + |\vec{v}_{fy}|^2}$
- énoncer que les connaissances scientifiques changent quand on obtient de nouvelles preuves
- nommer une situation dans laquelle la science a révélé des connaissances sur le monde naturel
- énoncer que le processus qui mène au changement technologique comprend l'essai et l'évaluation des modèles conceptuels
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans les activités de groupe
- noter les réponses avec les chiffres significatifs appropriés

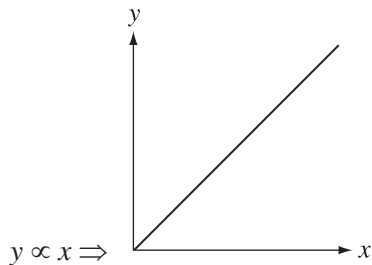
Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- dans le cas des déplacements dans une direction (vertical seulement ou horizontal seulement), déterminer toutes les variables ($v_i \neq 0$ m/s et $v_f \neq 0$ m/s), à l'aide d'une ou de plusieurs équations, et utiliser la notation delta correctement (ex. : $\Delta \vec{d}$, $\Delta \vec{v}$ et Δt)
- additionner des vecteurs non perpendiculaires et non parallèles (déplacement ou vitesse vectorielle) en trouvant et en additionnant des composantes, en traçant des diagrammes vectoriels et en déterminant la résultante graphiquement ou algébriquement
- utiliser le concept de l'indépendance des composantes perpendiculaires dans la résolution de problèmes
- analyser le mouvement des objets projectiles
 - déterminer t puis utiliser t
 - déterminer t quand
 - identifier les variables dans

$$|\vec{v}_f| = \sqrt{|\vec{v}_{fx}|^2 + |\vec{v}_{fy}|^2}$$
 et $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{|\vec{v}_{fy}|}{|\vec{v}_{fx}|} \right)$
- expliquer comment les lois et théories scientifiques peuvent changer quand on obtient de nouvelles preuves
- faire preuve d'initiative dans l'exploration des façons dont la science révèle des connaissances sur le monde naturel
- expliquer comment le développement d'une technologie nécessite un processus de mise à l'essai et d'évaluation
- suggérer un rapport entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « force »
- classer la force comme une quantité vectorielle
- énoncer la première loi du mouvement de Newton
- identifier les variables manipulées, répondantes et contrôlées en fonction de l'analyse et de la procédure ou de l'appareil
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour étudier les rapports entre l'accélération, la masse et la force qui agit sur un objet en mouvement
- entrer les données indiquées dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée
- associer la forme du graphique à la relation mathématique
ex. :



- déterminer la pente d'un graphique linéaire
- utiliser la notation delta correctement
- énoncer et utiliser la deuxième loi du mouvement de Newton pour expliquer qualitativement les rapports entre la force nette, la masse et l'accélération
- déterminer les variables dans $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{nette}}}{m}$
- associer les unités SI à des quantités physiques :
 F en N ou en $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
- définir « poids »
- définir « poids apparent »
- déterminer toutes les variables dans $\vec{g} = \frac{\vec{F}_g}{m}$
- énoncer que la force gravitationnelle agit sur les objets en tout temps (c.-à-d., quand ils s'élèvent, au repos et quand ils tombent)

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- communiquer explicitement que l'inertie n'est pas une force qui garde les objets en mouvement et qu'une force n'est pas requise pour garder les objets en mouvement
- concevoir une expérience pour déterminer les rapports entre la force, la masse et l'accélération à l'aide des technologies disponibles
- expliquer l'analyse des observations expérimentales
- associer la pente à une formule de physique pour déterminer la signification physique de la pente
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux ainsi que des résultats divergents ou inattendus
- communiquer explicitement :
 - que la direction du mouvement d'un objet peut être différente de la direction de la force nette
 - qu'un objet peut avoir un mouvement uniforme et avoir plusieurs forces qui agissent sur lui (c.-à-d. que l'objet est en équilibre)
- communiquer explicitement comment les newtons sont une unité dérivée basée sur une proportionnalité
- déterminer le poids apparent d'un objet en mouvement accéléré

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « force normale »
- ébaucher un diagramme d'addition de vecteurs pour faire l'analyse linéaire des forces
- tracer un diagramme des forces quand deux forces ou plus (linéaires ou à deux dimensions) agissent sur un objet et que l'objet :
 - est en équilibre
 - n'est pas en équilibre
- additionner des forces perpendiculaires en traçant un diagramme vectoriel et déterminer la résultante graphiquement ou algébriquement
- déterminer les composantes perpendiculaires d'une force
- déterminer la résultante à partir des composantes perpendiculaires d'une force
- définir « équilibrant »
- déterminer l'équilibrant quand une force agit sur un objet
- tracer l'équilibrant à l'aide des concepts d'addition de vecteurs ou d'un diagramme des forces quand deux forces colinéaires agissent sur un objet
- énoncer la troisième loi du mouvement de Newton
- énoncer que les deux forces dans une paire action-réaction sont de même grandeur et de direction opposée, mais qu'elles n'agissent pas sur le même objet
- tracer et légènder les forces dans une paire action-réaction
- déterminer la force normale sur un objet au repos sur une surface horizontale où seules la force normale et la force gravitationnelle agissent sur l'objet
- définir « coefficient de frottement »
- énoncer que μ dépend des propriétés des deux surfaces présentes
- déterminer les forces de frottement statique ou cinétique qui agissent sur un objet à l'aide de $|\vec{F}_F| = \mu |\vec{F}_N|$
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer une μ moyenne

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- décrire le mouvement possible d'un objet à partir de son diagramme des forces (plus de 2 forces)
- additionner des forces non perpendiculaires, non parallèles en trouvant et en additionnant les composantes et en traçant un diagramme vectoriel, et déterminer la résultante graphiquement ou algébriquement
- communiquer explicitement que les composantes perpendiculaires d'une force sont indépendantes les unes des autres
- déterminer l'équilibrant quand plus de 2 forces colinéaires agissent sur un objet ou dans deux dimensions colinéaires
- communiquer explicitement que l'équilibre peut être atteint par plusieurs forces de différentes grandeurs
- appliquer le principe selon lequel les forces dans une paire action-réaction agissent sur différents objets
- communiquer explicitement que chaque force peut causer une accélération différente si les objets ont une masse différente
- déterminer la force normale sur un objet sur une surface horizontale quand on applique une force extérieure
- déterminer la force normale s'exerçant sur un objet situé sur un plan incliné
- déterminer la direction et la grandeur de la force de frottement quand la force normale n'est pas égale à la force gravitationnelle
- concevoir une expérience pour déterminer μ
- expliquer l'analyse des observations expérimentales
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris des résultats divergents ou inattendus

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer les composantes parallèles et perpendiculaires de la force gravitationnelle qui agit sur un objet situé sur un plan incliné
- tracer le diagramme des forces qui agissent sur un objet situé sur un plan incliné
 - quand il n'y a aucun frottement
 - quand il y a un frottement
- énoncer que la technologie permet de résoudre des problèmes concrets
- énoncer que le processus menant au développement de nouvelles technologies comprend la mise à l'essai et l'évaluation des modèles conceptuels
- énoncer que l'on conçoit des outils scientifiques et technologiques pour répondre à des besoins dans la société
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership lors des activités de groupe
- noter les valeurs mesurées et les valeurs calculées avec les chiffres significatifs appropriés

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- analyser les forces qui agissent sur un objet situé sur un plan incliné quand l'objet subit un mouvement uniformément accéléré en calculant :
 - l'accélération
 - la force nette
 - la force de frottement
 - les composantes parallèles et perpendiculaires de la force gravitationnelle
- concevoir une expérience pour étudier l'utilisation des lois de Newton dans un phénomène de tous les jours
- expliquer comment le développement d'une technologie nécessite un processus de mise à l'essai et d'évaluation
- expliquer comment la science et la technologie ont permis de répondre à des besoins dans la société
- expliquer comment les lois et théories scientifiques changent à mesure qu'on obtient de nouvelles preuves
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

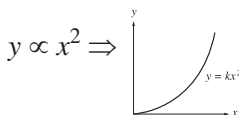
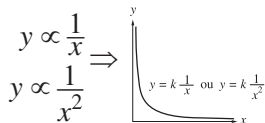
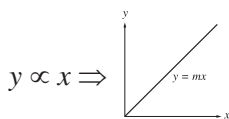
Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir la force gravitationnelle comme une des forces fondamentales de la nature
- énoncer la loi de la gravitation universelle de Newton

$$|\vec{F}_g| = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$
- déterminer la grandeur de F_g , m ou G , à l'aide de

$$|\vec{F}_g| = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$
 étant donné les valeurs de m_1 , m_2 et r
- tracer un diagramme des forces représentant la force gravitationnelle qui agit sur un objet
- identifier des diagrammes qui représentent le concept de balance de torsion de Cavendish
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour démontrer le rapport entre les variables dans la loi de la gravitation universelle de Newton
- entrer les données indiquées dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée
- associer la forme d'un graphique à une relation mathématique

ex.



Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- communiquer explicitement les critères nécessaires par rapport à G , la constante de gravitation universelle
- déterminer les valeurs de r dans le contexte de la loi de la gravitation universelle de Newton
- analyser l'effet de changer une ou plusieurs variables dans la loi de la gravitation universelle de Newton
- déterminer le rapport F_g avant : F_g après
- tracer des diagrammes des forces en communiquant explicitement la grandeur et la direction de chaque force gravitationnelle dans une paire action-réaction
- décrire la méthode utilisée par Cavendish
 - manipuler m
 - manipuler r
 - utiliser l'angle de rotation pour inférer la valeur de F
- prédire les résultats si on change une ou l'autre des variables dans une expérience sur la balance de torsion
- expliquer l'analyse des observations expérimentales
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris les résultats divergents ou inattendus

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « action à distance »
- définir « champ »
- déterminer l'intensité du champ gravitationnel
à l'aide $|\vec{g}| = \frac{\vec{F}_g}{m}$
- définir la direction du champ gravitationnel comme la direction de la force gravitationnelle subie par une masse d'essai
- tracer les lignes de champ gravitationnel autour d'une masse unique
- énoncer que l'intensité du champ gravitationnel est équivalente à l'accélération due à la gravité à un endroit en particulier
- associer des unités SI à des quantités physiques : \vec{g} en m/s^2 ou en $\frac{N}{kg}$
- identifier les variables manipulées, répondantes et contrôlées en fonction de l'analyse et de la procédure ou de l'appareil
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour mesurer \vec{g}
- déterminer \vec{g} ou m à l'aide de $|\vec{g}| = \frac{Gm}{r^2}$, étant donné r , sur une surface planétaire ou loin de la source
- déterminer le poids subi par un objet sur différentes planètes en fonction de la valeur de \vec{g} sur chaque planète
- énoncer que les satellites tombent continuellement vers le corps autour duquel ils orbitent
- identifier une situation dans laquelle un concept, un modèle ou une théorie ont été utilisés pour interpréter ou expliquer des observations ou pour faire des prédictions
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership lors des activités en groupe
- énoncer les valeurs mesurées et les valeurs calculées en les accompagnant des chiffres significatifs appropriés

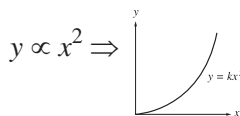
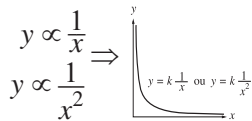
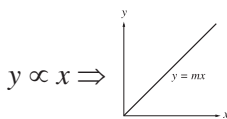
Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- communiquer explicitement l'utilisation du concept des champs pour décrire les effets gravitationnels
- concevoir une expérience pour déterminer la valeur locale de \vec{g}
- expliquer l'analyse d'observations expérimentales
- faire des mesures avec les chiffres significatifs appropriés en fonction de la précision des instruments utilisés
- évaluer la qualité de résultats expérimentaux
- dériver $|\vec{g}| = \frac{Gm}{r^2}$ de la deuxième loi de Newton et de la loi de la gravitation universelle de Newton
- déterminer toutes les variables dans $|\vec{g}| = \frac{Gm}{r^2}$ où r est la somme de distances (c.-à-d., rayon d'une planète + hauteur de l'orbite)
- comparer les concepts de poids apparent et de milieu « sans pesanteur » dans lequel les astronautes vivent dans les stations spatiales, et faire le lien avec le concept de chute libre
- expliquer comment un concept, un modèle ou une théorie ont été utilisés pour interpréter, expliquer ou prédire des observations
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir le mouvement circulaire comme un cas particulier de mouvement bidimensionnel
- définir « centripète »
- déterminer que la direction de la force et l'accélération résultante nécessaire pour produire un mouvement circulaire sont de nature centripète
- définir « période » et « fréquence »
- associer des unités SI à des quantités physiques f en Hz ou en s^{-1}
- identifier les variables manipulées, répondantes et contrôlées en fonction de l'analyse et de la procédure ou de l'appareil
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour mesurer les valeurs de v , f , T et r dans le contexte du mouvement circulaire
- identifier le rapport entre les valeurs de v , f , T et r dans le contexte du mouvement circulaire
- déterminer toutes les variables dans un mouvement circulaire
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer le rapport entre la force nette agissant sur un objet et ses valeurs de f , m , v et r
- tracer les données recueillies sur un graphique et tracer la droite la mieux ajustée (droite ou courbe)
- associer la forme d'un graphique à une relation mathématique,

ex. :



- déterminer la pente d'un graphique linéaire
- utiliser la notation delta correctement

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir le mouvement circulaire comme un cas particulier de mouvement bidimensionnel
- concevoir une expérience pour déterminer le rapport entre les valeurs de v , f , T et r dans le contexte du mouvement circulaire
- concevoir une expérience pour déterminer le rapport entre la force nette agissant sur un objet en mouvement circulaire uniforme et les valeurs de f , m , v et r
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique
- faire preuve d'initiative durant les activités en laboratoire
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris les résultats divergents ou inattendus

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- suivre des directives et recueillir des données pour déterminer ce qui se produit quand on enlève la force centripète qui agit sur un objet
- identifier la direction de la vitesse vectorielle instantanée d'un objet qui est en mouvement circulaire
- tracer les graphiques des données indiquées pour montrer le rapport entre les valeurs de f , m , v et r
- déterminer les valeurs de a_c , v , T , F_c ou m dans les problèmes sur le mouvement circulaire dans des plans horizontaux, à l'aide de

$$|\vec{v}| = \frac{2\pi r}{T}, |\vec{a}_c| = \frac{v^2}{r}, |\vec{a}_c| = \frac{|\vec{F}_c|}{m}$$
- définir « satellite »
- énoncer que le mouvement circulaire peut servir à décrire approximativement les orbites elliptiques
- faire la distinction entre révolution et rotation dans le contexte du mouvement circulaire

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- concevoir une expérience pour déterminer ce qui se produit quand on enlève une force centripète agissant sur un objet
- expliquer l'analyse des observations expérimentales
- faire des mesures avec les chiffres significatifs appropriés en fonction de la précision des instruments utilisés
- identifier la direction du mouvement d'un objet quand on enlève la force centripète
- expliquer qualitativement le mouvement circulaire uniforme en fonction des lois du mouvement de Newton
- décrire le rôle de l'inertie dans le contexte du mouvement circulaire
- analyser les graphiques de données empiriques pour inférer les rapports mathématiques entre les valeurs de f , m , v et r
- utiliser la forme d'un graphique pour manipuler des données pour produire un graphique linéaire ou utiliser la forme d'un graphique et un appareil numérique pour déterminer l'équation de régression la mieux ajustée (voir p. 23)
- communiquer explicitement que le mouvement circulaire peut être causé par différentes forces (ex. : tension, gravité, frottement, etc.)
- déterminer les valeurs de a_c , v , T , F_c ou m dans les problèmes sur le mouvement circulaire dans des plans verticaux à l'aide de

$$|\vec{v}| = \frac{2\pi r}{T}, |\vec{a}_c| = \frac{v^2}{r}, |\vec{a}_c| = \frac{|\vec{F}_c|}{m}$$
- dériver $a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$
- dériver une équation pour déterminer la masse d'un satellite orbital (naturel ou artificiel)
- expliquer les fonctions, applications et impacts sociaux des satellites géosynchroniques

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- décrire les lois du mouvement planétaire de Kepler
 - les planètes ont une orbite elliptique où le Soleil est situé à un foyer
 - un segment de droite tracé entre une planète et le Soleil balaye des secteurs qui ont une aire égale dans un même intervalle de temps
 - le carré de la période orbitale d'une planète est directement proportionnel au cube de son rayon orbital
- énoncer que les lois de Kepler ont été utilisées pour élaborer la loi de la gravitation universelle de Newton
- énoncer que les théories et concepts scientifiques sont basés sur l'analyse des preuves
- identifier une technologie qui permet de régler un problème concret

- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership lors des activités de groupe
- énoncer des valeurs mesurées et des valeurs calculées accompagnées de chiffres significatifs appropriés

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- expliquer comment les lois de Kepler ont été utilisées pour élaborer la loi de la gravitation universelle de Newton
- dériver la version de Newton de la troisième loi du mouvement planétaire de Kepler

- communiquer explicitement, à l'aide d'un exemple précis, comment les théories et concepts scientifiques influencent l'analyse des preuves
- faire preuve d'initiative dans l'exploration des façons dont la science et la technologie évoluent pour pouvoir répondre aux besoins de la société
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « énergie »
- associer des unités SI à des quantités physiques : E et W en J ou en $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$
- définir « énergie cinétique »
- déterminer toutes les variables dans $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
- définir « énergie potentielle gravitationnelle »
- déterminer l'énergie potentielle gravitationnelle à l'aide de $E_{p\text{grav}} = mgh$
- définir « énergie mécanique » comme la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle
- définir « système isolé »
- énoncer la loi de conservation de l'énergie
- définir la loi de conservation de l'énergie comme un concept fondamental de physique
- définir « force conservatrice »
- définir « force non conservatrice »
- identifier les forces non conservatrices dans un système
- suivre des directives et recueillir des données pour démontrer la loi de conservation de l'énergie
- déterminer la hauteur maximum ou la vitesse maximum d'un objet en utilisant le concept de conservation de l'énergie mécanique
- décrire le type et la quantité d'énergie à différents points entre l'énergie cinétique ou l'énergie potentielle maximum (point par point)
- énoncer le théorème de l'énergie mécanique : $W = \Delta E_c$
- définir « puissance »
- déterminer toutes les variables dans $W = Fd$
- déterminer toutes les variables dans $P = \frac{W}{t}$
- associer des unités SI à des quantités physiques : P en W ou en $\frac{\text{J}}{\text{s}}$ ou en $\frac{\text{N}\cdot\text{m}}{\text{s}}$

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- faire un lien explicite entre l'énergie et la capacité de causer un changement dans la forme, dans la vitesse vectorielle ou dans un endroit
- expliquer la nécessité d'identifier un point de référence quand on mesure la hauteur de $E_{p\text{grav}}$
- concevoir une expérience pour démontrer la loi de conservation de l'énergie
- expliquer l'analyse d'observations expérimentales
- faire des mesures avec les chiffres significatifs appropriés en fonction de la précision des instruments utilisés
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris des résultats divergents ou inattendus
- déterminer la hauteur ou la vitesse d'un objet en tout point sur sa trajectoire à l'aide du concept de conservation de l'énergie
- décrire la transformation graduelle de l'énergie dans un système en identifiant les types d'énergie et ce en quoi ils se transforment en tout point
- identifier des sources de pertes d'énergie utile dans un système non conservateur
- déterminer comment le travail fait sur un système change toute l'énergie du système dans le cas de forces conservatrices et non conservatrices
- communiquer explicitement que le travail est fait quand une composante d'une force exercée est dans le même plan que le mouvement de l'objet

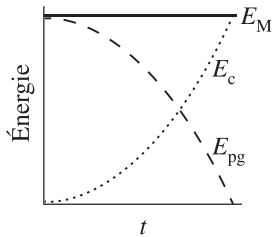
Physique 20

Résultat d'apprentissage général C2

L'élève doit pouvoir expliquer que le travail d'énergie et que la conservation de l'énergie dans un système isolé est un concept fondamental de la physique.

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

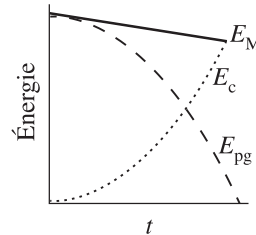
- suivre des directives et recueillir des données pour démontrer l'effet du travail fait sur un système
- associer le type d'énergie à la forme d'un graphique pour un système isolé, ex. : un pendule



- énoncer que les théories et les modèles peuvent être utilisés pour expliquer et prédire des observations
- identifier une technologie conçue pour répondre à des besoins de la société
- énoncer que la technologie existante ne permet pas de résoudre tous les problèmes
- énoncer qu'on doit concilier les besoins en énergie de la société et la responsabilité de la société de protéger l'environnement et d'utiliser l'énergie judicieusement
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership lors des activités de groupe
- énoncer des valeurs mesurées et des valeurs calculées en les accompagnant de chiffres significatifs appropriés

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- concevoir une expérience pour démontrer l'effet du travail fait sur un système
- expliquer les changements dans l'énergie sous la forme d'un graphique pour un système non isolé, ex. : une portion de montagnes russes

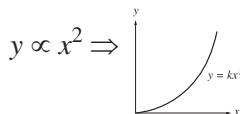
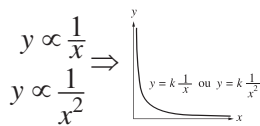
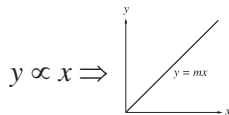


- utiliser un diagramme des forces pour déterminer la force nette qui agit sur un objet par rapport à la direction de son mouvement et utiliser les résultats dans le théorème de l'énergie mécanique
- utiliser des théories et des modèles pour analyser des observations et prédire des observations
- communiquer explicitement le rapport entre les technologies et les problèmes sociaux, et évaluer dans quelle mesure un problème est réglé par une technologie en particulier
- faire preuve d'initiative au moment d'évaluer la viabilité de la société canadienne
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

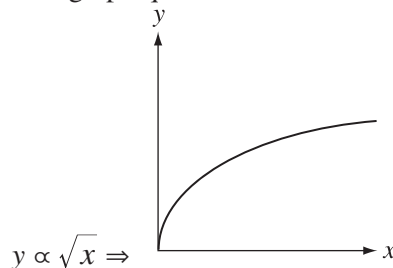
- définir « mouvement périodique »
- décrire le mouvement périodique en termes de période et de fréquence
- définir « position d'équilibre »
- définir « amplitude »
- suivre des directives et recueillir des données pour
 - démontrer le rapport entre le déplacement et la force de rappel d'un ressort
 - déterminer la constante de rappel d'un ressort
 - déterminer le rapport entre la masse d'un ressort horizontal et sa période d'oscillation
 - déterminer le rapport entre l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle et l'énergie mécanique totale d'une masse en mouvement harmonique simple
 - déterminer le rapport entre la longueur d'un pendule et sa période d'oscillation
- associer la forme d'un graphique à une relation mathématique,

ex.



Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- concevoir une expérience pour
 - démontrer le rapport entre le déplacement et la force de rappel d'un ressort
 - déterminer la constante de rappel d'un ressort
 - déterminer le rapport entre la masse d'un ressort horizontal et sa période d'oscillation
 - déterminer le rapport entre l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle et l'énergie mécanique totale d'une masse en mouvement harmonique simple
 - déterminer le rapport entre la longueur d'un pendule et sa période d'oscillation
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique



- utiliser la forme du graphique pour manipuler des données pour produire un graphique linéaire
- utiliser la forme du graphique et une calculatrice pour déterminer l'équation de régression la mieux ajustée
- associer la pente à des formules de physique pour déterminer la signification physique de la pente
- communiquer explicitement le processus suivi pour analyser des observations expérimentales
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris des résultats divergents ou inattendus

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- énoncer que la force de rappel se dirige vers la position d'équilibre
- énoncer que la force de rappel est directement proportionnelle au déplacement par rapport à l'équilibre
- déterminer la période d'oscillation d'une masse qui oscille sur un ressort horizontal à l'aide de

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

- déterminer la vitesse vectorielle, la force de rappel, le déplacement ou l'accélération aux amplitudes maximum et minimum dans un système masse-ressort horizontal à l'aide de

$$\vec{F}_s = -k\vec{x}, E_p = \frac{1}{2}kx^2, E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

- déterminer la période d'oscillation d'un pendule simple à l'aide de $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- définir « résonance mécanique »
- suivre une procédure pour illustrer le phénomène de la résonance mécanique
- identifier une situation dans laquelle la science a permis d'acquérir des connaissances sur le monde naturel
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership lors des activités de groupe
- se montrer responsable au moment de prendre des décisions qui impliquent des risques
- énoncer des valeurs mesurées et des valeurs calculées en les accompagnant de chiffres significatifs appropriés

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer m ou k à l'aide de $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

- déterminer la vitesse vectorielle, la force de rappel, le déplacement ou l'accélération en tout point sur la trajectoire d'un système ressort horizontal à l'aide

$$\vec{F}_s = -k\vec{x}, E_p = \frac{1}{2}kx^2, E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

- déterminer l ou g à l'aide de $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

- concevoir une expérience pour démontrer le phénomène de la résonance mécanique
- faire preuve d'initiative au moment d'expliquer le rapport entre la science et l'acquisition de connaissances sur le monde naturel
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Résultat d'apprentissage général D2 et expliquer comment ces ondes transmettent l'énergie.

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir les ondes mécaniques comme des particules d'un milieu qui sont en mouvement harmonique simple
- énoncer que les particules dans le milieu oscillent, mais qu'elles ne subissent pas de déplacement net
- définir onde « transversale » et onde « longitudinale »
- définir (en termes relatifs aux ondes) :
 - longueur
 - période
 - fréquence
 - surface
 - vitesse vectorielle
 - milieu
- déterminer toutes variables dans $v = f\lambda$
- énoncer que la vitesse d'une onde dépend du milieu
- suivre des directives pour déterminer la vitesse d'une onde mécanique
- tracer un schéma de front d'onde et un schéma de rayons
- définir « réflexion »
- énoncer que la réflexion est un phénomène présent dans les ondes mécaniques
- définir « interférence »
- suivre des directives pour démontrer
 - la réflexion
 - l'interférence
- énoncer que les ondes peuvent subir une interférence constructive ou destructive
- tracer un schéma de front d'onde d'une figure d'interférence à deux points
- suivre des directives pour démontrer le phénomène de la résonance acoustique
- décrire l'effet Doppler dans le cas d'un observateur immobile et d'une source en mouvement
- déterminer la fréquence observée dans le contexte de l'effet Doppler à l'aide de $f = \left(\frac{v}{v \pm v_s}\right)f_s$

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- comparer et contraster le transport de l'énergie en fonction des matières et des ondes
- dériver $v = f\lambda$ à partir des principes du mouvement uniforme
- prédire et justifier comment la vitesse et la longueur d'onde d'une onde vont changer quand l'onde change de milieu
- concevoir une expérience pour déterminer la vitesse d'une onde mécanique
- concevoir une expérience pour démontrer
 - la réflexion
 - l'interférence
- concevoir une expérience pour démontrer le phénomène de la résonance acoustique
- prédire et justifier les conditions qui causent l'interférence constructive et destructive des ondes et la résonance acoustique
- déterminer la fréquence émise ou la vitesse de la source dans le cas de l'effet Doppler à l'aide de $f = \left(\frac{v}{v \pm v_s}\right)f_s$

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- identifier une technologie qui a permis de régler un problème concret
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership lors des activités de groupe
- énoncer des valeurs mesurées et des valeurs calculées en les accompagnant de chiffres significatifs appropriés

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- communiquer explicitement le rapport entre les technologies et des problèmes concrets et évaluer dans quelle mesure un problème peut être réglé par une technologie en particulier
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- énoncer que la quantité de mouvement est égale au produit de la masse multiplié par la vitesse vectorielle
- définir « vecteur »
- définir « scalaire »
- définir « grandeur »
- classer la quantité de mouvement et la vitesse vectorielle comme des quantités vectorielles
- classer la masse comme une quantité scalaire
- déterminer les variables dans $\vec{p} = m\vec{v}$
- associer des unités SI à des quantités physiques :
 \vec{p} en N·s ou en kg·m/s
 m en kg
 \vec{v} en m/s ou en km/h
- énoncer que l'impulsion d'un objet est égale au changement dans sa quantité de mouvement
- classer l'impulsion comme une quantité vectorielle
- classer la force comme une quantité vectorielle
- classer l'accélération comme une quantité vectorielle
- classer le temps comme une quantité scalaire
- définir « intervalle de temps »
- classer la vitesse comme une quantité scalaire
- déterminer la grandeur des variables dans :
impulsion = $\Delta\vec{p}$
impulsion = $m\Delta\vec{v}$ (v_i ou $v_f = 0$ m/s)
impulsion = $\vec{F}_{\text{nette}} \Delta t$ ($t_i = 0$ s)
- associer des unités SI à des quantités physiques :
impulsion en N·s ou en kg·m/s
 F en N ou en $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ ou en $\frac{\text{J}}{\text{m}}$
 a en m/s^2
 $t, \Delta t$ en s, ou en h, ou en min, ou en a
- énoncer que l'aire sous un graphique de la valeur de F_{nette} en fonction du t est égale à l'impulsion
- déterminer des aires simples (deux rectangles ou deux triangles ou un trapézoïde; ou encore aire complètement positive ou complètement négative)
- déterminer l'impulsion à l'aide de l'aire d'un graphique de F en fonction du t
- utiliser la notation delta correctement

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- dériver les formules pour déterminer l'impulsion à partir de la troisième loi de Newton ($\vec{F}_{\text{AB}} = -\vec{F}_{\text{BA}}$) et de la deuxième loi de Newton ($\vec{F} = m\vec{a}$) et les formules cinématiques pour déterminer l'accélération
- déterminer les variables, v_i et $v_f \neq 0$, dans :
impulsion = $\Delta\vec{p}$
impulsion = $m\Delta\vec{v}$
impulsion = $\vec{F}\Delta t$
- déterminer des aires complexes
- utiliser l'aire d'un graphique de F en fonction du t pour déterminer une autre quantité physique (ex. : \vec{v}_i ou \vec{v}_f ou m)
- connaître la signification d'aire *positive* et d'aire *négative*

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur
 - mesurer des distances et calculer la vitesse et la quantité de mouvement à partir d'images programmées (strobophotographie, détecteurs de mouvement, marqueur à étincelles, etc.)
- identifier une situation dans laquelle l'impulsion est importante
- se rappeler « système isolé » (P20 C2)
- définir « conservé(e) »
- énoncer que la quantité de mouvement est conservée dans un système isolé
- suivre des directives et recueillir des données sur les collisions à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur :
 - collision linéaire et rebondissement
 - collision linéaire sans rebondissement
 - explosions linéaires
 - deux objets se déplacent l'un vers l'autre à 90° , ils entrent en collision et ne rebondissent pas
 - un objet entre en collision avec un objet immobile et rebondit, et l'angle entre les trajectoires après la collision est de 90°
- définir les composantes perpendiculaires
- déterminer les composantes x et y à partir de la direction et de la grandeur du vecteur net
- déterminer les variables en cas de conservation de la quantité de mouvement linéaire
- déterminer une vitesse en cas de conservation de la quantité de mouvement en deux dimensions et à 90°
- déterminer une composante rectilinéaire ou la résultante à partir d'un côté et/ou d'un angle ou plus
- tracer des diagrammes d'addition de vecteurs dans le cas d'interactions linéaires ou en deux dimensions

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- concevoir une expérience pour déterminer la relation entre l'impulsion et le changement dans la quantité de mouvement
- expliquer l'analyse des observations expérimentales
- dériver des unités
- expliquer des applications des rapports STS/sécurité qui démontrent l'importance de l'impulsion
- prédire et expliquer si oui ou non la quantité de mouvement va être conservée à partir de la description d'un système
- concevoir une expérience ou une enquête pour étudier la conservation de la quantité de mouvement dans une collision en deux dimensions avec rebondissement où une ou les deux $v_i \neq 0$
- expliquer l'analyse d'observations expérimentales
- faire des mesures avec les chiffres significatifs appropriés en fonction de la précision des instruments utilisés
- évaluer la qualité de résultats expérimentaux, y compris les résultats divergents ou inattendus
- analyser des interactions en deux dimensions
 - deux objets se déplaçant l'un vers l'autre à un angle autre que 90° , puis entrent en collision et ne rebondissent pas, ou entrent en collision et rebondissent
 - un objet entre en collision avec un objet immobile et rebondit et l'angle entre les trajectoires après la collision est autre que 90°
 - explosions impliquant trois objets
- tracer des diagrammes de vecteurs à l'échelle
- expliquer l'analyse des vecteurs

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir l'énergie comme scalaire
- définir « collision élastique »
- définir « collision inélastique »
- déterminer $E_c = \frac{1}{2}mv^2$
- déterminer ΣE_{c_i} , ΣE_{c_f} pour un maximum de deux objets en mouvement
- utiliser les valeurs de E_c pour classer les collisions :
 - $\Sigma E_{c_i} = \Sigma E_{c_f}$ signifie élastique
 - $\Sigma E_{c_i} > \Sigma E_{c_f}$ signifie inélastique
- associer des unités SI à des quantités physiques :
 E en J ou en $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$ ou en $\text{N}\cdot\text{m}$
- utiliser la notation delta correctement
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans les activités de groupe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer toutes les variables (qui ne nécessitent pas de systèmes d'équations ou de formule quadratique) à l'aide du concept selon lequel dans une collision élastique, $\Sigma E_{c_i} = \Sigma E_{c_f}$
- expliquer ce qui s'est produit en termes de travail fait par les forces non conservatrices sur la valeur de E_{c_i} dans une collision inélastique
- prédire et expliquer si l'énergie cinétique va être conservée à partir de la description d'une collision ou non
- comparer et contraster la conservation de la quantité de mouvement et l'énergie cinétique durant toute collision
- faire un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- énoncer que la charge est conservée
- énoncer qu'il y a deux types de charges
- énoncer que « neutre » n'est pas un type de charge
- déterminer la charge restante quand on touche à des conducteurs identiques
- associer des unités SI à des quantités physiques : q en C ou en μC
- énoncer que les charges identiques se repoussent et que les charges opposées s'attirent
- étant donné les types de charges, prédire l'attraction et la répulsion
- étant donné l'attraction et la répulsion, prédire les types de charges
- définir « conduction »
- définir « induction »
- énoncer que tous les mouvements de charges dans les solides impliquent seulement des électrons
- définir « mise à la terre »
- énoncer que lorsqu'on produit une charge permanente en chargeant par conduction, on produit des objets de même type de charge
- énoncer que lorsqu'on produit une charge permanente en chargeant par induction, on produit des objets de charges opposées
- énoncer que lorsqu'on charge par friction, on produit des objets de charges opposées
- prédire la nature de la charge sur un objet à la suite d'un processus de chargement par étape (soit conduction seulement ou induction [avec mise à la terre] seulement)
- suivre des directives et utiliser l'équipement disponible ou une simulation par ordinateur pour faire une recherche sur l'induction/la conduction
- définir « isolant »
- définir « conducteur »
- décrire la distribution de la charge sur la surface d'un conducteur de forme régulière
- décrire la distribution de la charge sur la surface d'un isolant

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer les types de charges, étant donné l'attraction/la répulsion de plusieurs objets
- communiquer explicitement l'analyse d'observations expérimentales (par exemple, pourquoi en cas d'attraction, est-on en présence de charges opposées, ou d'une charge neutre et d'une autre chargée)
- prédire et justifier la nature de la charge sur un objet à la suite d'un processus en plusieurs étapes impliquant une combinaison de conduction et d'induction (avec ou sans mise à la terre)
- expliquer les processus d'induction et de conduction (décrire ce qui est transféré et pourquoi)
- expliquer la distribution de la charge sur la surface d'un conducteur de forme irrégulière

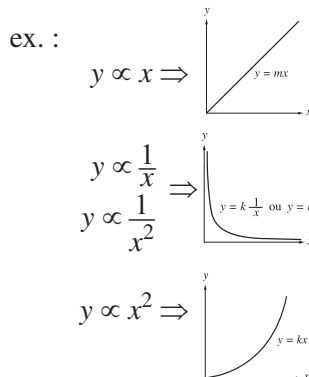
Physique 30

Résultat d'apprentissage général B1

L'élève doit pouvoir expliquer le comportement des charges électriques en se servant des lois qui régissent les interactions électriques.

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- identifier le diagramme d'appareils :
 - balance de torsion de Coulomb
 - balance de torsion de Cavendish
- identifier la signification des expériences sur la balance de torsion de Coulomb
- identifier les variables manipulées, répondantes et contrôlées à partir de l'analyse et de la procédure ou de l'appareil
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour démontrer le rapport entre les variables dans la loi de Coulomb
- énoncer le résultat :
$$F_e \propto q$$
$$F_e \propto \frac{1}{r^2}$$
- associer la forme d'un graphique à la relation mathématique



- entrer des données dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée
- déterminer la pente d'un graphique linéaire
- utiliser la notation delta correctement
- tracer un diagramme des forces à l'échelle ou approximatif à partir des forces significatives
- déterminer les valeurs de $|\vec{F}_e|$, q_1 , q_2 dans $|\vec{F}_e| = \frac{kq_1q_2}{r^2}$
- déterminer toutes les variables dans $\vec{F}_{\text{nette}} = m\vec{a}$ où $\vec{F}_{\text{nette}} = \vec{F}_e$
- associer des unités SI à des quantités physiques :
$$k \text{ en } \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- décrire la méthode suivie par Coulomb
 - manipuler q
 - manipuler r
 - utiliser une torsion pour inférer la valeur de F
- concevoir une expérience à partir d'une hypothèse ou déterminer une hypothèse valide à partir d'un modèle conceptuel
- communiquer explicitement le rapport entre la forme d'un graphique et le modèle mathématique
- utiliser la forme d'un graphique pour manipuler des données pour produire un graphique linéaire ou utiliser la forme d'un graphique et une calculatrice pour déterminer l'équation de régression la mieux ajustée
- expliquer l'analyse de résultats expérimentaux
- faire des mesures avec les chiffres significatifs appropriés en fonction de la précision des instruments utilisés
- évaluer la qualité de résultats expérimentaux, y compris de résultats divergents ou inattendus
- identifier les forces significatives et tracer le diagramme des forces correspondant
- analyser l'effet de changer une ou plusieurs variables dans la loi de Coulomb (F_e avant : F_e après)
- déterminer les valeurs de r dans $|\vec{F}_e| = \frac{kq_1q_2}{r^2}$
- déterminer les valeurs de q quand ils sont des multiples l'un de l'autre (ex. : $q_1 = 2q_2$)
- dériver les unités de k

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- à partir des types de charges, déterminer la direction de F_e dans le cas des charges colinéaires ou dans un plan à angle droit
- ébaucher un diagramme des forces montrant les forces électrostatiques
- ébaucher un diagramme d'addition de vecteurs dans le cas d'analyses linéaires ou en deux dimensions
- énoncer que la force nette est égale à la somme des forces exercées
- déterminer la force nette sur une charge qui est la résultante de deux forces colinéaires (ex. : trois charges colinéaires)
- énoncer $F_g \propto \frac{1}{r^2}$
- déterminer les valeurs de $|\vec{F}_g|$, m_1 , m_2 dans $|\vec{F}_g| = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- déterminer \vec{F}_g et \vec{F}_e pour deux particules subatomiques
- ébaucher un diagramme des forces montrant les forces gravitationnelles
- déterminer la force gravitationnelle nette qui est la résultante de deux forces colinéaires (ex. : trois masses colinéaires)
- associer des unités SI à des quantités physiques : G en $\frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2}$
- donner un exemple illustrant le rapport entre les progrès technologiques et les découvertes scientifiques
- reconnaître qu'on utilise des concepts, modèles ou théories pour interpréter et expliquer des observations, et pour prédire des observations possibles
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans les activités de groupe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- addition en deux dimensions :
 - utilisation des composantes
 - utilisation de la loi des sinus/loi des cosinus ($\theta \neq 90^\circ$)
 - plus de trois charges
 - trouver une variable autre que $\Sigma\vec{F}$ pour trois charges quand la valeur de $\theta =$ est égale à 90°
- déterminer les rapports $F_g : F_e$ ou F_g avant : F_g après compte tenu d'un changement d'une ou plusieurs variables ou sans valeur de r
- déterminer la valeur de r dans $|\vec{F}_g| = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
- dériver les unités de G
- expliquer comment les progrès technologiques ont mené à des découvertes scientifiques ou vice versa
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « force »
- définir « champ vectoriel »
- comparer forces et champs (c.-à-d., les forces existent et les champs sont une façon d'expliquer des observations)
- associer des unités SI à des quantités physiques :
 \vec{E} en N/C ou en V/m
 \vec{g} en N/kg ou en m/s^2
- définir « travail »
- utiliser correctement le symbole \vec{E} pour les champs électriques et le symbole E pour l'énergie
- énoncer que le changement dans l'énergie potentielle gravitationnelle résulte du fait qu'une force gravitationnelle agit à distance parallèlement à un champ gravitationnel
- énoncer que le changement dans l'énergie potentielle électrique résulte du fait qu'une force électrique agit à distance parallèlement à un champ électrique
- définir « différence de potentiel électrique »
- déterminer toutes les variables dans $\Delta V = \frac{\Delta E}{q}$ ou $\Delta V = |\vec{E}| \Delta d$
- associer des unités SI à des quantités physiques :
 V en $\frac{J}{C}$ ou en $\frac{N \cdot m}{C}$
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour mesurer la différence de potentiel à différents endroits dans un champ électrique

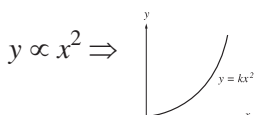
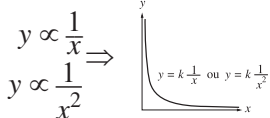
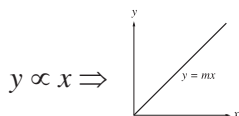
Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- communiquer explicitement que pour avoir une augmentation d'énergie potentielle dans un système, la force qui travaille est dans la direction opposée à celle de la force associée au système
- expliquer pourquoi pour augmenter l'énergie potentielle gravitationnelle, on doit éloigner un objet de la source du champ tandis que pour augmenter l'énergie potentielle électrique, on peut éloigner ou rapprocher un objet de la source du champ
- dériver les unités au-delà de $\frac{J}{C}$ ($\frac{N \cdot m}{C}$, etc.)

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer les valeurs de $|\vec{E}|$, q , $|\vec{F}|$ dans $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$
ou $|\vec{E}| = \frac{kq}{r^2}$
- définir « charge-test »
- énoncer que la direction du vecteur \vec{E} est définie comme étant la direction de la force électrostatique sur une charge-test positive
- déterminer la direction de \vec{E} à partir de la nature des charges
- déterminer la direction de \vec{E} à un point colinéaire où il y a deux charges ou à 90° par rapport aux deux charges
- énoncer que la valeur de \vec{E} à l'intérieur d'un conducteur est égale à zéro
- dessiner un champ électrique autour d'une source ponctuelle (positive ou négative)
- dessiner le champ électrique créé par deux sources ponctuelles (semblables ou non, mais de même grandeur)
- décrire le rapport entre la densité des lignes de champ et l'intensité du champ
- dessiner le champ électrique entre deux plaques parallèles de charges opposées
- associer la forme d'un graphique à une relation mathématique

ex. :



- entrer des données dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée
- déterminer la pente d'un graphique linéaire
- utiliser la notation delta correctement

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- dériver $|\vec{E}| = \frac{\Delta V}{\Delta d}$ à partir de $\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q}$
- déterminer les rapports $V_{\text{avant}} : V_{\text{après}}$, $|\vec{E}|_{\text{avant}} : |\vec{E}|_{\text{après}}$, $\Delta E_{\text{avant}} : \Delta E_{\text{après}}$
- déterminer la valeur de r dans $|\vec{E}| = \frac{kq}{r^2}$
- déterminer la nature de la polarité des plaques à partir de la trajectoire de particules chargées en mouvement et de la nature de la charge
- utiliser une analyse en deux dimensions pour déterminer le vecteur \vec{E}_{nette} qui est le résultat de deux charges ou plus quand l'angle n'est pas 90°
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique
- utiliser la forme du graphique pour manipuler des données pour produire un graphique linéaire ou utiliser la forme du graphique et une calculatrice pour déterminer l'équation de régression la mieux ajustée
- expliquer l'analyse de résultats expérimentaux
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris des résultats divergents ou inattendus

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « courant »
- déterminer toutes les variables dans $I = \frac{q}{t}$, où q est exprimé en coulombs
- classer I , q , et t comme scalaires
- associer des unités SI à des quantités physiques : I en $\frac{C}{s}$ ou en A
- analyser les trajectoires des particules chargées dans des champs électriques uniformes quand le mouvement initial est parallèle à la direction du champ
- déterminer la valeur de \vec{v}_f étant donné que $v_i \neq 0$ et que le mouvement est parallèle à la direction d'un champ électrique uniforme
- décrire les trajectoires des particules chargées dans des champs électriques uniformes quand le mouvement initial est perpendiculaire à la direction du champ
 - classer la forme du trajet comme « trajectoire parabolique »
 - identifier le type de mouvement en direction horizontale et en direction verticale
 - étant donné que t et \vec{v}_i ou $\vec{v}_f = 0$, calculer les valeurs de d_x , d_y , etc.
 - résoudre $|\vec{v}_f| = \sqrt{|\vec{v}_{f_x}|^2 + |\vec{v}_{f_y}|^2}$
- énoncer que l'énergie est conservée dans les champs électriques
- déterminer la valeur de v à l'aide de $\Delta E = \frac{1}{2}mv^2 = \Delta Vq$ ou $\Delta E = F_e d \cos \theta$, $\theta = 0^\circ$ ou 180° si \vec{v}_i ou $\vec{v}_f = 0$
- étant donné t , calculer les valeurs de ΔE_c , ΔE_p , si \vec{v}_i ou $\vec{v}_f = 0$
- convertir les valeurs de l'énergie en unités de eV et de J
- identifier les forces pertinentes dans une expérience de Millikan sur la chute d'une goutte d'huile
 - identifier les forces pertinentes
 - décrire la procédure
 - décrire l'analyse
 - décrire les résultats clés

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer les variables dans $I = \frac{q}{t}$, avec q exprimé en nombre de particules chargées
- analyser les trajectoires des particules chargées dans des champs électriques uniformes quand le mouvement initial est perpendiculaire à la direction du champ
 - déterminer le temps quand les valeurs de \vec{v}_i , $\vec{v}_f \neq 0$
 - déterminer les variables dans $v_f = -\sqrt{|\vec{v}_{f_x}|^2 + |\vec{v}_{f_y}|^2}$ et $\theta = \tan^{-1} \frac{|\vec{v}_{f_y}|}{|\vec{v}_{f_x}|}$, avec la complexité supplémentaire que la direction du champ électrique et la direction du champ gravitationnel puissent être perpendiculaires
- déterminer toutes les variables quand \vec{v}_i ou $\vec{v}_f \neq 0$
- utiliser la conservation de l'énergie où $\Delta E = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \Delta Vq = \vec{F}_e d = \vec{E} q d = F_e d \cos \theta$ pour $\theta \neq 0^\circ, 180^\circ$
- communiquer explicitement comment ΔE pourrait faire augmenter ou diminuer E_c ou E_p

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer toutes les variables, en commençant par $|\vec{F}_g| = |\vec{F}_e|$ à l'aide de $mg = \frac{\Delta V q}{\Delta d}$ ou $|\vec{E}| q$
- énoncer que la charge est quantifiée
- énoncer que la charge élémentaire, e , est de $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
- à partir d'une liste d'appareils, choisir les appareils nécessaires pour suivre une procédure
- associer des appareils à une procédure — appareil pour l'expérience de Millikan sur la chute d'une goutte d'huile
- associer une procédure ou un appareil à d'éventuelles mesures
- faire un diagramme des forces équilibrées et non équilibrées pour un objet chargé situé dans un champ électrique uniforme
- tracer des diagrammes d'addition de vecteurs dans le cas de forces équilibrées et non équilibrées
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans les activités de groupe
- identifier une technologie qui a permis de régler un problème concret

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer toutes les variables en commençant par $\vec{F}_{\text{nette}} \neq 0$
- déterminer le nombre de charges élémentaires présentes
- expliquer la signification des résultats de l'expérience de Millikan sur la chute d'une goutte d'huile
- étant donné une procédure et un appareil, justifier le choix d'un autre appareil qui permettrait de faire de **meilleures** mesures
- choisir le meilleur appareil pour une procédure donnée
- choisir la meilleure procédure pour certaines mesures spécifiées
- évaluer la qualité des éléments à l'appui de la conclusion compte tenu de la procédure et des mesures (ex. : erreur systémique, oublier de contrôler l'environnement, etc.)
- expliquer comment une technologie a permis de régler un problème concret
- explorer le rapport entre technologies, connaissances et découvertes scientifiques
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- dessiner des champs magnétiques (deux pôles magnétiques, de même grandeur ou non, et de même intensité)
- définir « champ magnétique »
- définir « objet-test »
- énoncer que les pôles magnétiques de même signe se repoussent et que les pôles magnétiques de signe opposé s'attirent
- prédire l'attraction ou la répulsion à partir de la polarité magnétique
- faire le lien entre la densité des lignes de champ et l'intensité du champ
- associer des unités SI à des quantités physiques :
 \vec{F}_m en N
 \vec{B} en T
- énoncer que la direction d'un champ magnétique est définie comme la direction de la force sur un pôle « N » à cet endroit
- déterminer la direction du champ magnétique étant donné la polarité de la source
- énoncer la source de différents types de champs :
 — pour le champ gravitationnel, c'est une masse
 — pour le champ électrique, c'est une charge stationnaire
 — pour le champ magnétique, ce sont des charges en mouvement
- identifier l'objet-test de chaque type de champ
- énoncer la direction de chaque type de champ
- énoncer que l'électricité et le magnétisme sont reliés
- énoncer qu'une différence de potentiel électrique va être induite dans un conducteur situé dans un champ magnétique d'intensité variable
- énoncer qu'un champ magnétique d'intensité variable va induire un champ électrique
- suivre des directives et utiliser l'équipement disponible ou une simulation par ordinateur pour observer une force magnétique sur un conducteur sous tension, un courant induit ou une différence de potentiel électrique induite
- utiliser une règle de la main pour déterminer la direction du champ magnétique induit autour d'un fil conducteur sous tension, ou la direction du mouvement de la charge, ou la nature de la charge
- utiliser une règle de la main pour déterminer la direction du champ magnétique, la direction de la force magnétique, la direction du mouvement ou la nature de la charge

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer la polarité magnétique à partir des interactions
- montrer comment les découvertes ont permis de relier l'électricité et le magnétisme
- concevoir une expérience et identifier les appareils nécessaires pour observer (mesurer) une force magnétique sur un conducteur sous tension ou un courant induit ou une différence de potentiel électrique
- décrire l'utilisation d'une règle de la main pour déterminer la direction du champ magnétique, la direction de la force magnétique, la vitesse vectorielle ou la nature de la charge

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

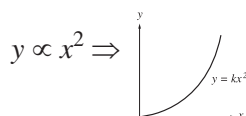
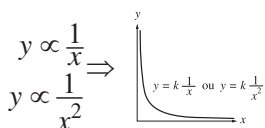
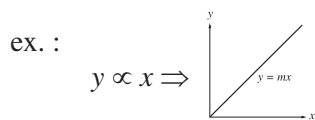
- déterminer toutes les variables dans $|\vec{F}_m| = |\vec{B}|v_{\perp}q$
 - énoncer qu'une force perpendiculaire à la direction du mouvement va causer un mouvement circulaire (vitesse constante, vitesse vectorielle variable)
 - énoncer que quand la vitesse vectorielle et le champ magnétique sont parallèles, la force magnétique est égale à zéro
-
- tracer un diagramme des forces agissant sur une charge en mouvement, sans déflexion, dans des champs électrique et magnétique
 - puisque la force électrique est équilibrée par la force magnétique, déterminer toutes les variables
 - déterminer toutes les variables dans $|\vec{F}_m| = I_{\perp}|\vec{B}|$
 - puisque la force magnétique est équilibrée par la force gravitationnelle, déterminer toutes les variables
-
- associer des unités SI à des quantités physiques :
 \vec{B} en $\frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{C}\cdot\text{m}}$, $\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}$

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer les rapports : ex. : F_m après : F_m avant, \vec{B} après : \vec{B}_{avant} quand on change une ou plusieurs variables
- communiquer explicitement pourquoi la vitesse est constante quand la direction du mouvement et la direction du champ magnétique sont perpendiculaires
- à partir de $\vec{F}_{\text{nette}} = m\vec{a} = \vec{F}_m$, dériver ce qui est nécessaire dans une situation en particulier dans laquelle la direction de la vitesse de la particule chargée et la direction du champ magnétique sont perpendiculaires
- expliquer pourquoi la force magnétique est égale à zéro quand la vitesse vectorielle et le champ magnétique sont parallèles
- concevoir une expérience pour démontrer l'effet d'un champ magnétique uniforme sur une charge électrique en mouvement
- dériver des équations à partir d'énoncés sur la force pour des forces équilibrées et non équilibrées
- dériver des unités
 \vec{B} en $\frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{C}\cdot\text{m}}$, $\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}$
- dériver $|\vec{F}_m| = I_{\perp}|\vec{B}|$
- déterminer toutes les variables dans les équations dérivées pour un conducteur électrique dans un champ magnétique externe (ex. : nombre d'électrons)

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- associer la forme du graphique à la relation mathématique



- entrer des données dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée
- déterminer la pente d'un graphique linéaire
- utiliser la notation delta correctement
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans les activités de groupe
- identifier un lien entre concepts, modèles, théories et observations
- identifier les risques et les bénéfices d'une solution technologique à un problème concret
- rechercher les risques et bénéfices
- identifier une technologie qui a permis de régler un problème concret

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

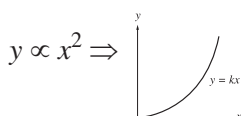
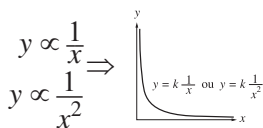
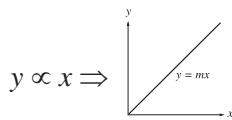
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique
- utiliser la forme du graphique pour manipuler les données afin de produire un graphique linéaire ou utiliser la forme du graphique et une calculatrice pour déterminer l'équation de régression la mieux ajustée
- expliquer l'analyse des résultats expérimentaux
- faire des mesures avec les chiffres significatifs appropriés en fonction de la précision des instruments utilisés
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris des résultats divergents ou inattendus
- expliquer comment les concepts, modèles et théories influencent et sont influencés par les observations
- faire preuve d'initiative dans l'étude des risques et des bénéfices
- expliquer comment une technologie a permis de régler un problème concret
- explorer les rapports entre technologie, connaissance et découverte scientifique
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- énoncer que toutes les charges qui accélèrent produisent une radiation électromagnétique
- classer les régions du spectre magnétique en fonction des valeurs de λ ou de f
- énoncer que la direction de la dispersion de la REM est perpendiculaire au champ électrique variable et au champ magnétique variable
- énoncer que la vitesse de la REM dans un vide est de $3,00 \times 10^8$ m/s
- énoncer qu'on doit mesurer les valeurs de d et t pour déterminer la valeur de v
- identifier qu'il faut une longue distance et un court intervalle de temps pour déterminer précisément la vitesse de la REM
- décrire une méthode qui pourrait servir à déterminer la vitesse de la REM
- en commençant par $c = 2dnf$, déterminer toutes les variables pour un seul aller-retour
- observer et décrire la réflexion sur une surface plane
- énoncer que $\theta_i = \theta_r$, mesuré par rapport à la ligne normale
- déterminer $\theta_i = \theta_r$ pour une ou deux réflexions sur des surfaces planes parallèles ou des surfaces planes à 90°
- observer et décrire la réfraction à une interface planaire
- expliquer que la réfraction se courbe par un changement de milieu
- déterminer toutes les variables dans $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer un indice de réfraction

- associer la forme du graphique à la relation mathématique

ex. :



Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- comparer les champs produits par une charge stationnaire, par une charge en mouvement uniforme et par une charge qui accélère
- expliquer que la radiation électromagnétique est auto-induite et que les champs varient avec le temps
- concevoir une expérience pour mesurer la vitesse de la REM
- modifier le concept expérimental pour améliorer les mesures
- communiquer explicitement comment les modifications produiront des résultats plus exacts (ex. : erreur systémique, erreur inhérente, etc.)
- à l'aide du principe du mouvement uniforme, dériver une équation de la vitesse de la lumière en fonction de d , n et f pour un miroir rotatif (le trajet de la lumière pourrait comprendre plus d'un miroir plan fixe)
- expliquer la réfraction comme étant le changement de direction d'une onde qui résulte du changement de la vitesse de l'onde lorsque celle-ci passe d'un milieu à un autre avec un angle d'incidence qui n'est pas nul et qui est inférieur à l'angle critique
- prédire, en se basant sur des calculs, la trajectoire d'un rayon qui produit les réfractions et les réflexions dans une série de milieux parallèles ou dans un prisme triangulaire
- concevoir une expérience pour déterminer l'indice de réfraction
- dériver une représentation mathématique de la loi de la réfraction à partir de données empiriques
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique
- utiliser la forme du graphique pour manipuler des données pour produire un graphique linéaire ou utiliser la forme du graphique et une calculatrice pour déterminer l'équation de régression la mieux ajustée
- expliquer l'analyse des résultats expérimentaux
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris des résultats divergents ou inattendus

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- entrer des données dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée
- déterminer la pente d'un graphique linéaire
- utiliser la notation delta correctement
- tracer un rayon d'un milieu à un autre milieu et légèrer les angles
- observer la réflexion interne totale
- définir θ_c
- déterminer la valeur de θ_c quand le deuxième milieu est l'air; ex. : $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n_1}\right)$
- tracer un diagramme des rayons à l'échelle dans le cas de lentilles uniques minces convexes ou concaves, ou d'un miroir convexe pour déterminer les valeurs du grossissement, d_i , d_o , h_i ou h_o
- utiliser un diagramme des rayons pour déterminer les caractéristiques d'une image
- déterminer toutes les variables dans $m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_o}$
- déterminer toutes les variables dans $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$
- observer et décrire la réflexion sur une surface courbée
- observer et décrire la réfraction produite par une lentille courbée
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer la valeur de f d'un miroir ou d'une lentille courbés
- définir « diffraction »
- énoncer que la diffraction fournit des preuves qui démontrent la nature ondulatoire
- définir « polarisation »
- énoncer que la polarisation fournit des preuves qui démontrent la nature transversale des ondes
- prédire les conditions nécessaires pour que la réfraction et la diffraction se produisent

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- expliquer la signification de $\sin \theta_2 > 1$
- dériver la formule pour déterminer la valeur de θ_c
- déterminer un angle critique quand le deuxième milieu **n'est pas** l'air; ex. : $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$
- prédire les conditions nécessaires pour que la réflexion interne totale se produise
- utiliser les règles d'usage des signes pour interpréter des résultats en termes d'images virtuelles, réelles, inversées ou droites
- évaluer les propriétés de la réflexion, de la réfraction, de la diffraction et de la polarisation qui démontrent le modèle ondulatoire
- expliquer l'interférence en fonction du principe de superposition

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- énoncer que l'expérience de la double fente résulte en une figure d'interférence
- énoncer que le résultat de l'expérience de la double fente démontre la nature ondulatoire de la lumière (radiation électromagnétique)
- observer et décrire le spectre visible créé par un réseau de diffraction
- déterminer toutes les variables dans $\lambda = \frac{xd}{nl} = \frac{d \sin \theta}{n}$ en présumant que l'approximation du petit angle est valide
- recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer la longueur d'onde de la radiation électromagnétique dans l'air ou dans un autre milieu
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer la vitesse de la radiation électromagnétique dans un milieu autre que l'air ou un vide
- suivre des directives et utiliser l'équipement disponible ou une simulation par ordinateur pour observer l'effet sur la valeur de x si on change la valeur de λ , d ou l
- observer et décrire le spectre visible produit par un prisme
- énoncer l'ordre de la lumière visible en fonction de λ ou de f et par couleur
- énoncer que le bleu est plus affecté par la réfraction
- énoncer que le rouge est plus affecté par la diffraction
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans une activité de groupe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- comparer le modèle particulaire et le modèle ondulatoire en fonction des observations faites dans l'expérience de la double fente dans chacune des situations suivantes :
 - la lumière est une onde dont la longueur d'onde est plus petite que la séparation entre les fentes
 - la lumière est une onde dont la longueur d'onde est plus grande que la séparation entre les fentes
 - la lumière est un faisceau de particules dont le diamètre est plus petit que les fentes
 - la lumière est un faisceau de particules dont le diamètre est plus grand que les fentes
- utiliser la densité des lignes $\left(\frac{1}{\text{séparation des fentes}} \right)$ dans le réseau de diffraction
- utiliser une analyse valide pour les angles plus grands que 10°
- déterminer les rapports $\lambda_{\text{avant}} : \lambda_{\text{après}}$, etc. quand on change une ou plusieurs variables
- expliquer pourquoi, dans le cas de la réfraction, le changement dans la vitesse signifie un changement dans la valeur de λ parce que la fréquence est une fonction de la source
- concevoir une expérience pour mesurer la vitesse de la radiation électromagnétique dans un milieu autre que l'air ou un vide
- prédire et expliquer les positions relatives des couleurs dans un spectre produit par réfraction ou diffraction, et expliquer (valeurs d'indices différentes pour des valeurs de λ différents; relation avec la longueur d'onde)

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- identifier une situation dans laquelle les connaissances ou les théories scientifiques ont changé en raison d'observations

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- expliquer comment les nouvelles preuves font que les connaissances et théories scientifiques doivent changer
- explorer les rapports entre technologie, connaissances et découverte scientifique
- faire un lien entre le contenu de physique et l'expérience personnelle
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

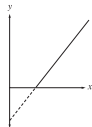
- définir « photon »
- déterminer toutes les variables dans

$$E = hf$$

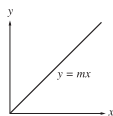
$$E = \frac{hc}{\lambda}$$
- associer des unités SI à des quantités physiques :

$$h \text{ en } \text{J}\cdot\text{s} \text{ et en } \text{eV}\cdot\text{s}$$

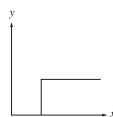
$$E \text{ en eV ou en J}$$
- classer les régions du spectre électromagnétique selon l'énergie (en eV ou J)
- énoncer que l'effet photoélectrique se produit quand la fréquence incidente est supérieure à la fréquence de seuil ou quand la longueur d'onde incidente est inférieure à la longueur d'onde de seuil ou quand l'énergie incidente est supérieure au travail d'extraction
- énoncer que l'intensité de la lumière incidente affecte le nombre de photoélectrons
- énoncer que toutes les surfaces photoélectriques émettent le même type de particules
- reconnaître des graphiques de l'effet photoélectrique — énergie cinétique maximum (ou potentiel d'arrêt) en fonction de la fréquence



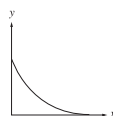
— photocourant en fonction de l'intensité



— photocourant en fonction de la fréquence



— photocourant en fonction du potentiel d'arrêt



Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer le nombre de photons dans un faisceau à partir du temps et de l'énergie ou de la puissance
- comparer les ondes mécaniques et les photons (ex. : distribution de l'énergie, amplitude par rapport au nombre de photons, etc.)
- comparer les résultats expérimentaux obtenus et les résultats (classiques) attendus
- expliquer comment les observations appuient l'explication quantique de l'effet photoélectrique
- prédire l'effet sur la photoémission quand on change l'intensité ou la fréquence
- concevoir une expérience et décrire une analyse pour déterminer le travail d'extraction, la fréquence de seuil, la constante de Planck, le potentiel d'arrêt, la vitesse maximum, etc.
- communiquer explicitement le rapport entre la forme du graphique et le modèle mathématique
- utiliser la forme du graphique pour manipuler les données pour produire un graphique linéaire ou utiliser la forme du graphique et une calculatrice pour déterminer l'équation de régression la mieux ajustée
- expliquer comment la forme des graphiques appuie l'explication quantique de l'effet photoélectrique
- évaluer la qualité des résultats expérimentaux, y compris des résultats divergents ou inattendus

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- décrire un appareil et les observations qui ont mené à la découverte de l'effet photoélectrique
 - appareil de Hertz
- associer un appareil à une procédure
 - tube cathodique de Millikan avec potentiel électrique variable, etc.
- associer l'effet de changer la fréquence sur l'énergie cinétique des électrons photoélectriques et/ou sur le courant photoélectrique (graphiquement ou verbalement)
- associer l'effet de changer l'intensité sur l'énergie cinétique des électrons photoélectriques et/ou sur le courant photoélectrique (graphiquement ou verbalement)
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur
- entrer des données dans un graphique et tracer la droite ou la courbe la mieux ajustée
- déterminer la pente d'un graphique linéaire
- utiliser la notation delta correctement
- déterminer toutes les variables dans $W = hf_0$
- déterminer toutes les variables dans $E_{c \text{ max}} = V_{\text{arrêt}} q$
- associer des unités SI à des quantités physiques : W en eV ou en J
- faire une analyse graphique des observations sur l'effet photoélectrique
 - utiliser l'ordonnée à l'origine de l'énergie cinétique maximum en fonction de la fréquence; ou le potentiel d'arrêt en fonction de la fréquence pour déterminer le travail d'extraction
 - utiliser l'abscisse à l'origine pour déterminer la valeur de f_0
 - utiliser la pente pour déterminer la valeur de h
- énoncer que l'effet photoélectrique démontre la nature particulière de la radiation électromagnétique

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- utiliser la conservation de l'énergie pour déterminer toutes les variables (v_f , λ , λ_0 , f_0 , h , etc.)
- déterminer la valeur de v_{max} à partir des valeurs de λ et λ_0
- décrire les changements à apporter à la procédure ou à l'équipement pour améliorer la précision des résultats
- communiquer explicitement comment les observations de l'effet photoélectrique contredisent le modèle ondulatoire classique (c.-à-d., un modèle ondulatoire ne prédit pas l'émission quasi instantanée quand $f > f_0$, ni qu'il n'y a aucun changement du maximum d'énergie quelle que soit la luminosité de la lumière)

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- définir « dualité onde-particule »
- énoncer que l'effet Compton démontre la nature particulière de la radiation électromagnétique
- énoncer qu'une propriété particulière montrée par un photon est sa quantité de mouvement
- déterminer toutes les variables dans $p = \frac{E}{c}$, $p = \frac{h}{\lambda}$
- déterminer la valeur de θ dans $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$
- énoncer que l'énergie et la quantité de mouvement sont conservées dans la diffusion de Compton
- déterminer $\Sigma E_{c_i} = E_{\text{photon}} = pc$
 $\Sigma E_{c_f} = E_{\text{photon}} + E_{\text{électron}}$
 $= pc + \frac{1}{2}mv^2$
 quand $v < 0,1c$
- classifier les collisions élastiques en se basant sur la conservation de l'énergie (cinétique)
- tracer des diagrammes d'addition de vecteurs dans des situations en deux dimensions
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans une activité de groupe
- identifier un cas où une théorie scientifique a été élaborée à la suite d'observations et d'exploration
- identifier un concept, modèle ou théorie qui permet d'interpréter, de prédire ou d'expliquer des observations
- identifier une technologie qui a permis de régler un problème concret

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- résumer l'évolution des connaissances des physiciens sur le modèle de la radiation électromagnétique
- déterminer les valeurs de $\Delta\lambda$, $\lambda_{\text{incidente}}$, $\lambda_{\text{diffusée}}$ en $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$
- utiliser la conservation de la quantité de mouvement et la conservation de l'énergie pour analyser la diffusion de Compton en deux dimensions dans le cas des électrons non relativistes
- explorer les liens entre connaissances, théories, hypothèses, observations, expérimentation et explications scientifiques
- expliquer comment les modèles et les théories évoluent en raison des observations
- expliquer comment une technologie a permis de régler un problème concret
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Résultat d'apprentissage général D1

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- se rappeler que les charges peuvent être positives discrètes ou négatives discrètes (30–B2.10c)
- énoncer que la charge positive se trouve dans le noyau sous forme de protons
- énoncer que les rayons cathodiques sont émis à partir d'une cathode
- énoncer qu'à cause de l'existence de rayons cathodiques, le modèle de l'atome a changé de « boule de billard » indivisible à « muffin aux raisins »
- associer l'appareil de J.J. Thomson aux résultats — le tube à rayon cathodique avec champs électriques et/ou magnétiques
- décrire la procédure suivie par J.J. Thomson pour déterminer le rapport de la charge à la masse d'un électron
- identifier la variable manipulée et la variable répondante
- énoncer que les rayons cathodiques sont défléchis par les champs électriques et les champs magnétiques et donc, qu'ils sont chargés
- déterminer les valeurs de $\frac{q}{m}$, v , B ou r , en commençant par $\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$
- énoncer que les rayons cathodiques sont des électrons
- déterminer la valeur de m_e
- ébaucher un diagramme des forces équilibrées et non équilibrées
- identifier l'électron, le proton et les particules alpha en se basant sur le rapport charge-sur-masse
- énoncer que la qualité des observations est affectée par la procédure utilisée pour faire les observations
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer le rapport charge-sur-masse d'un électron

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- expliquer que les rayons cathodiques sont des particules communes à tous les types de matière
- décrire l'analyse des résultats expérimentaux qui démontrent expérimentalement que les rayons cathodiques sont des particules qui ont une charge et une masse
- évaluer le fonctionnement d'appareils semblables à ceux utilisés par J.J. Thomson
- identifier les variables qu'il faut contrôler lors d'une expérience et celles qu'il n'est pas nécessaire de contrôler du fait de la signification du phénomène physique
- dériver $\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$ à partir d'énoncés sur la force
- déterminer la valeur de m à partir du rapport $\frac{q}{m}$ dans le cas des particules chargées quand la valeur de q est autre que $1e$
- identifier une particule à partir de son rapport $\frac{q}{m}$

Résultat d'apprentissage général D1

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- associer un appareil à des résultats
 - diffusion des particules alpha de Rutherford
- énoncer qu'à cause de la diffusion des particules alpha, le modèle atomique a évolué en un modèle planétaire/nucléaire
- énoncer que le noyau est
 - très dense, très petit et contient la majeure partie de la masse de l'atome
 - chargé positivement et considérablement plus petit que l'atome
- énoncer que l'atome
 - est électriquement neutre
- énoncer que les électrons existent à l'extérieur du noyau
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership durant une activité de groupe
- identifier un progrès technologique qui a contribué à faire des découvertes scientifiques ou vice versa

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- expliquer la signification de l'angle de déflexion des particules alpha en termes de répulsion électromagnétique et de distribution de la matière à l'intérieur de l'atome
- résumer l'évolution du modèle de l'atome

- expliquer l'interaction entre progrès technologique et découverte scientifique
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- énoncer que le modèle planétaire/nucléaire de Rutherford est invalide
- énoncer que chaque élément a un spectre unique
- identifier la composition chimique en y associant des spectres (Sc 9)
- associer le type de spectre à une méthode : les spectres continus sont causés par un solide chaud et brillant, par un liquide chaud et brillant ou par un gaz chaud de haute densité (c.-à-d., une chose de haute énergie dont les atomes sont proches les uns des autres); les spectres d'émission sont causés par un gaz excité de faible densité; les spectres d'absorption sont causés quand on passe un spectre continu dans un gaz frais de faible densité
- associer des spectres à des caractéristiques : les spectres continus contiennent toutes les longueurs d'onde; un spectre (d'émission) de raies brillantes contient certaines longueurs d'onde choisies; un spectre (d'absorption) de raies sombres contient toutes les longueurs d'onde à l'exception de certaines longueurs d'onde choisies
- observer et décrire chaque type de spectre
- définir « état stationnaire »
- énoncer qu'un électron qui passe à un niveau d'énergie supérieur produit un spectre de raies sombres
- énoncer qu'un électron qui passe à un niveau d'énergie inférieur produit un spectre de raies brillantes
- tracer des flèches dans un diagramme des niveaux d'énergie montrant le passage d'un électron à un niveau d'énergie différent, produisant un spectre d'émission ou d'absorption

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- utiliser les principes du mouvement circulaire pour expliquer comment, si un électron se trouvait sur une orbite planétaire, il serait accéléré, et faire le lien entre ce fait et la production d'une radiation électromagnétique pour expliquer pourquoi le modèle de l'atome de Rutherford est invalide (c.-à-d., orbite planétaire = émission continue. Le système devrait continuellement perdre de l'énergie, mais ce n'est pas le cas.)
- expliquer qu'une raie sombre dans un spectre d'absorption est juste un peu moins brillante que le reste du spectre; les matériaux de faible énergie sur la trajectoire deviennent excités, puis réémettent de l'énergie. mais cette réémission est dans toutes les directions et donc, seule une très petite quantité continue dans la direction initiale

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- déterminer l'énergie associée à une transition électronique donnée à partir d'un diagramme des niveaux d'énergie donné
- déterminer la valeur de ΔE d'un atome ou d'une molécule à partir de la valeur de λ ou de la valeur de f du photon émis ou absorbé en eV et en J
- déterminer la valeur de λ ou la valeur de f à partir de la valeur de ΔE
- décrire les liens entre l'énergie des photons, le passage des électrons à un niveau d'énergie différent et le type de spectre produit
- se rappeler que la diffraction des électrons démontre la nature ondulatoire (P30 C1.7c)
- énoncer que la diffraction des électrons donne des preuves qui démontrent que les électrons ont des propriétés ondulatoires
- énoncer qu'une figure d'interférence est produite quand des électrons sont envoyés un à la fois dans un appareil à double fente
- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership lors des activités de groupe
- identifier un progrès technologique qui a contribué à des découvertes scientifiques ou vice versa

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- utiliser la conservation de l'énergie pour déterminer l'énergie du niveau d'énergie initial ou final (sans diagramme des niveaux d'énergie), la valeur de E_f ou E_i à partir de la valeur de λ , et pour déterminer les valeurs de E_f , E_i (eV et J) ou toute autre inconnue
- légender les niveaux d'énergie dans des diagrammes des niveaux d'énergie
- construire un diagramme ou un modèle des niveaux d'énergie à partir des observations expérimentales
- expliquer les liens entre l'énergie des photons, le passage des électrons à des niveaux d'énergie différents et le type de spectres produits
- expliquer comment la diffraction et l'interférence des électrons et/ou des photons appuient le concept de la dualité onde-particule
- communiquer explicitement pourquoi le concept de la dualité onde-particule est apparemment contre-intuitif
- expliquer l'interaction entre découvertes scientifiques et progrès technologiques
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- identifier les caractéristiques des rayons α , β^+ , β^- et γ
- énoncer les normes minimales de blindage en se basant sur la puissance de pénétration
- faire des recherches sur le rayonnement ionisant et le rayonnement non ionisant
- identifier le type de radiation en se basant sur la capacité d'ioniser de chaque type de rayon
- équilibrer les équations de désintégration α , β^+ , β^- ; inclure les neutrinos dans la désintégration des positrons et les antineutrinos dans les désintégrations bêta
- énoncer que A est le nombre de masse et que Z est le numéro atomique dans la notation isotopique A_ZX
- déterminer un ou l'autre parmi : élément, nombre de protons, nombre de neutrons, masse atomique, isotope, notation à partir du tableau périodique ou de la notation isotopique
- énoncer que les isotopes sont des atomes d'un même élément (c.-à-d., nombre d'électrons = nombre de protons, mais un nombre différent de neutrons)
- équilibrer des équations de désintégration à partir de la notation isotopique ou de la notation à partir du tableau périodique
- analyser une chaîne de désintégration incomplète en
 - identifiant le type de désintégration
 - déterminant un noyau fils
 - déterminant un noyau père
- déterminer toutes les variables dans $N = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^n$, où n est un nombre naturel
- déterminer la valeur de t ou $t_{1/2}$ à partir de $n = \frac{t}{t_{1/2}}$
- suivre des directives et recueillir des données à l'aide de l'équipement disponible ou d'une simulation par ordinateur pour déterminer la demi-vie
- entrer des données dans un graphique et tracer la courbe
- estimer la demi-vie à partir du graphique de la quantité (ou activité, etc.) en fonction du temps
- définir « fission »
- définir « fusion »
- définir « défaut de masse »

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- expliquer l'utilisation des lois de la conservation au moment d'équilibrer des équations de désintégration
- expliquer pourquoi des paires matière et antimatière (ex. : positron et neutrino, électron et antineutrino) doivent être produites
- comparer les quantités relatives de noyaux filles dans une chaîne de désintégration
- déterminer les valeurs de N, N_0 à partir de $n = \frac{t}{t_{1/2}}$, où n est un nombre rationnel positif
- utiliser une méthode de calcul de la moyenne pour déterminer la demi-vie à partir d'un graphique

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

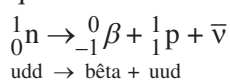
- énoncer que les réactions nucléaires libèrent plus d'énergie par unité de masse que les réactions chimiques
- énoncer que l'énergie est libérée dans une réaction nucléaire lorsque la masse mesurable totale diminue
- énoncer que la masse-énergie est conservée
- prédire la masse initiale ou finale en cas « d'énergie absorbée » (endothermique) ou « d'énergie libérée » (exothermique)
- déterminer la valeur de ΔE ou Δm à partir de $\Delta E = \Delta mc^2$
- déterminer la valeur de Δm à partir de la masse (en kg) des noyaux et des particules impliquées dans une réaction nucléaire
- associer des unités SI à des quantités physiques :
masse en eV, J, $\frac{\text{eV}}{c^2}$, $\frac{\text{MeV}}{c^2}$ ou en $\frac{\text{J}}{c^2}$
- identifier les risques et les bénéfices d'une solution technologique à un problème concret (ex. : centrale nucléaire)

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

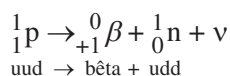
- déterminer l'énergie libérée par unité de réactif (c.-à-d., par kilogramme, atome, nucléon, etc.)
- déterminer l'énergie libérée dans une réaction nucléaire à partir des masses (en kg) des produits et des réactifs
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe
- faire preuve d'initiative au moment de faire une analyse cout-avantage

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- utiliser une règle de la main pour déterminer la nature de la charge d'une particule subatomique à partir de pistes laissées et de la direction du champ magnétique
- définir « force électromagnétique »
- définir « force nucléaire forte »
- définir « force nucléaire faible »
- classer les quatre forces fondamentales selon leur force : nucléaire forte, électromagnétique, nucléaire faible et gravitationnelle
- énoncer que c'est la force nucléaire forte qui fait que le noyau reste assemblé et intact
- faire un lien entre l'énergie nécessaire pour faire éclater le noyau et le travail qui doit être fait sur le noyau
- définir « quark »
- énoncer que les protons et les neutrons sont constitués de quarks
- énoncer que les électrons ne sont pas constitués de quarks
- énoncer que les électrons sont des particules élémentaires
- identifier un nucléon qui utilise ses quarks ou vice versa à l'aide d'un tableau des quarks et de leurs caractéristiques
- définir « antiparticule »
- comparer et contraster électron, positron, neutrino électronique, antineutrino électronique, quark up, quark antiup, quark down et quark antidown
- énoncer que la désintégration β^- est causée par un neutron qui se désintègre en un proton, un électron et un antineutrino
- énoncer que la désintégration β^+ est causée quand un proton se désintègre en un neutron, un positron et un neutrino
- énoncer le changement qui se produit dans les quarks :



et



Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- utiliser une règle de la main pour expliquer comment déterminer la nature de la charge ou de la direction d'un champ magnétique à partir de l'autre variable et des traces laissées par les particules subatomiques
- comparer les pistes laissées en fonction de la masse, de la charge (grandeur ou nature), de la vitesse ou de l'énergie de la particule
- comparer la force régressive relative et l'amplitude de l'effet de la force nucléaire forte, de la force électromagnétique, de la force nucléaire faible et de la force gravitationnelle
- faire un lien entre la différence de potentiel électrique dans les accélérateurs de particules et l'énergie de la particule incidente et l'énergie nécessaire pour observer des particules subatomiques (expliquer pourquoi on doit utiliser des accélérateurs de plus en plus gros)
- continuer à suivre l'évolution des modèles atomiques
- à partir d'un tableau des quarks et de leurs caractéristiques, expliquer comment prédire les quarks présents dans un proton ou un neutron
- explorer les modèles atomiques courants
- prédire les quarks ou les antiquarks présents dans des nucléons ou des nucléons hypothétiques

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme acceptable comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- bien collaborer en groupe
- faire preuve de leadership dans les activités de groupe
- identifier un cas dans lequel les connaissances scientifiques ont changé à cause de nouvelles preuves
- identifier un progrès technologique qui a mené à une découverte scientifique ou vice versa

Les aptitudes démontrées par les élèves qui atteignent la norme d'excellence comprennent, mais ne se limitent pas à, ce qui suit :

- expliquer que le but de la science est d'apprendre à connaître le monde naturel
- expliquer comment les concepts, modèles ou théories sont utilisés pour expliquer ou prédire des observations
- expliquer comment les preuves changent les connaissances scientifiques
- expliquer comment des progrès technologiques ont mené à des découvertes scientifiques ou vice versa
- suggérer un lien entre le monde réel et les activités en classe