

12^e année : Physique contemporaine

Liens avec le curriculum de l'Ontario

Physique – Cours préuniversitaire

P = Planification, ER = Expérimentation, recherche et résolution de problèmes, AI = Analyse et interprétation, C = Communication

Liens avec le curriculum de l'Ontario en physique (SPH4U)

Activité 1 : Prochain arrêt : Mars!

Méthode scientifique et choix de carrière

- **A1.3** planifier une expérience (p. ex., concevoir ou adapter un protocole expérimental, sélectionner le matériel et les instruments de mesure), élaborer une stratégie de recherche ou adopter une stratégie de résolution de problèmes. [P]
- **A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique. [ER]
- **A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité). [ER]
- **A1.7** manipuler, entreposer et éliminer les substances de laboratoire en respectant notamment les consignes du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et en prenant les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité et celle d'autrui (p. ex., porter des lunettes de protection). [ER]
- **A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires). [AI]
- **A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (p. ex., diagramme de forces, diagramme vectoriel, tableau, graphique). [C]

Dynamique

- **B1.6** distinguer les systèmes de référence (p. ex., système de référence inertiel et système de référence non inertiel) et déterminer la vitesse et l'accélération relatives dans diverses situations (p. ex., une personne qui nage dans une rivière où il y a un courant).
- **B1.8** analyser le mouvement circulaire uniforme dans un plan horizontal et un plan vertical et identifier la force causant l'accélération centripète dans diverses situations (p. ex., satellite, grande roue).
- **B2.1** déterminer la force résultante sur un corps ou sur un système dans des plans et des contextes variés en analysant, à l'aide de diagrammes de forces, les relations entre la force de gravité, la normale, les forces appliquées et les coefficients de frottement statique et dynamique (p. ex., force résultante sur un skieur qui dévale une pente; tension entre les wagons d'un train; accélération d'une personne dans un ascenseur; tension sur un pendule). [P, ER, AI, C]
- **B2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : force appliquée, résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement, poids, force normale, tension, diagramme de forces, force résultante, loi universelle gravitationnelle de Newton, système de référence inertiel, système de référence non inertiel, force centripète, mouvement circulaire uniforme, accélération centripète, satellite. [C]

Énergie et quantité de mouvement

- **C2.1** analyser, expérimentalement ou à l'aide de simulations à l'ordinateur, les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement dans des systèmes isolés pour des mouvements en une et en deux dimensions (p. ex., déterminer si une collision entre deux rondelles est élastique ou inélastique en analysant les diagrammes vectoriels obtenus expérimentalement). [P, ER, AI, C]
- **C2.3** résoudre des problèmes en appliquant la loi de Hooke et les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement pour des collisions élastiques et inélastiques en une et en deux dimensions (p. ex., calculer l'énergie emmagasinée dans un ressort élastique). [P, ER, AI, C]
- **C2.4** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : travail, énergie cinétique, impulsion, énergie potentielle gravitationnelle, énergie potentielle élastique, loi de la conservation de l'énergie, loi de la quantité de mouvement, système isolé, loi de Hooke, ressort idéal, mouvement harmonique simple, collision élastique, collision inélastique. [C]
- **C3.1** analyser des dispositifs dont la conception et le fonctionnement reposent sur les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement (p. ex., l'usure d'un câble d'escalade affecte son coefficient d'élasticité et son efficacité; l'implosion d'un immeuble est une opération technique très complexe). [P, ER, AI, C]
- **C3.2** examiner des questions sociales, économiques et environnementales soulevées par l'application des lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement (p. ex., le déploiement des coussins gonflables, le port de la ceinture de sécurité et le froissement de la carrosserie d'un véhicule lors d'une collision ont un impact sur la sécurité des passagers). [P, ER, AI, C]

Liens avec le curriculum de l'Ontario en physique (SPH4U)

Activité 2 : La physique des détecteurs

Méthode scientifique et choix de carrière

- **A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse. [P]
- **A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique. [ER]
- **A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*). [ER]
- **A1.10** tirer une conclusion et la justifier. [AI]
- **A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme de forces, diagramme vectoriel, tableau, graphique*). [C]
- **A2.1** décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la dynamique, de l'énergie, des champs électriques et magnétiques, de la nature ondulatoire et quantique de la lumière, et de la physique moderne et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., océanographe physique, ingénieure électronique ou ingénieur électronicien, chercheuse ou chercheur en photonique, professeure ou professeur de physique*).
- **A2.2** reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable en physique dans le cadre de leur travail (*p. ex., Willard S. Boyle, co-inventeur du capteur photographique à couplage de charge; Bob McDonald, vulgarisateur scientifique contribuant à la démystification de la science moderne; Elisabeth Muriel Gregory MacGill, première diplômée en électrotechnique au Canada et première conceptrice d'aéronefs au monde; Pierre Coulombe, président du Bureau de la haute direction du Conseil national de recherches Canada*).

Dynamique

- **B1.8** analyser le mouvement circulaire uniforme dans un plan horizontal et un plan vertical et identifier la force causant l'accélération centripète dans diverses situations (*p. ex., satellite, grande roue*).
- **B2.5** résoudre des problèmes portant sur le mouvement circulaire uniforme, y compris le mouvement des planètes et des satellites en appliquant la loi de la gravitation universelle de Newton. [P, ER, AI, C]
- **B2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *force appliquée, résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement, poids, force normale, tension, diagramme de forces, force résultante, loi universelle gravitationnelle de Newton, système de référence inertiel, système de référence non inertiel, force centripète, mouvement circulaire uniforme, accélération centripète, satellite*. [C]

Énergie et quantité de mouvement

- **C2.2** calculer, après expérimentation, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle gravitationnelle, l'énergie potentielle élastique et l'énergie thermique d'un système pour vérifier la loi de la conservation de l'énergie (*p. ex., mesurer la constante de rappel d'un ressort et vérifier la loi de Hooke*). [P, ER, AI, C]
- **C3.1** analyser des dispositifs dont la conception et le fonctionnement reposent sur les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement (*p. ex., l'usure d'un câble d'escalade affecte son coefficient d'élasticité et son efficacité; l'implosion d'un immeuble est une opération technique très complexe*). [P, ER, AI, C]
- **C3.2** examiner des questions sociales, économiques et environnementales soulevées par l'application des lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement (*p. ex., le déploiement des coussins gonflables, le port de la ceinture de sécurité et le froissement de la carrosserie d'un véhicule lors d'une collision ont un impact sur la sécurité des passagers*). [P, ER, AI, C]

Champs électriques et magnétiques

- **D2.4** résoudre des problèmes portant sur la force agissant sur un conducteur parcouru par un courant dans un champ magnétique uniforme. [P, ER, AI, C]
- **D2.7** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *loi des charges électrostatiques, induction, conduction, électrostatique, champ électrique, champ magnétique, champ uniforme, potentiel électrique, loi de Coulomb*. [C]
- **D3.1** évaluer comment le concept de champ en physique a révolutionné nos connaissances de la gravitation, de l'électricité et du magnétisme (*p. ex., expliquer comment la théorie des champs a aidé les scientifiques à comprendre, à l'échelle microscopique, le mouvement des particules dans les champs électriques et magnétiques*). [AI, C]
- **D3.2** relever des répercussions sociales d'applications technologiques découlant des connaissances sur les champs électrostatiques et magnétiques et les évaluer en fonction de critères tels que la qualité de la vie, les retombées économiques et la protection de l'environnement (*p. ex., le traitement magnétique de l'eau permet de purifier l'eau écologiquement et économiquement*). [P, ER, AI, C]

Physique moderne

- **F1.5** décrire le modèle standard des particules élémentaires en relevant les caractéristiques des quarks, des familles de leptons, des familles de hadrons et des particules de champs (photon, graviton, gluon, boson) de chaque force fondamentale.
- **F2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *rayonnement d'un corps noir, théorie de Planck, effet Compton, longueur d'onde de la matière (onde de de Broglie), théorie de la relativité restreinte d'Einstein, simultanéité, modèle standard, quark, lepton, hadron, photon, gluon, boson, graviton*. [C]
- **F3.2** évaluer l'impact sur la société d'innovations scientifiques et technologiques fondées sur la théorie quantique (*p. ex., l'analyse des spectres d'émission et d'absorption de matériaux inconnus permet de déterminer leurs composants*). [P, ER, AI, C]

Liens avec le curriculum de l'Ontario en physique (SPH4U)

Activité 3 : Le principe d'incertitude de Heisenberg

Méthode scientifique et choix de carrière

- **A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse. [P]
- **A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*). [ER]
- **A1.10** tirer une conclusion et la justifier. [AI]
- **A2.1** décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la dynamique, de l'énergie, des champs électriques et magnétiques, de la nature ondulatoire et quantique de la lumière, et de la physique moderne et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., océanographe physique, ingénieure électronicienne ou ingénieur électronicien, chercheuse ou chercheur en photonique, professeure ou professeur de physique*).
- **A2.2** reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable en physique dans le cadre de leur travail (*p. ex., Willard S. Boyle, co-inventeur du capteur photographique à couplage de charge; Bob McDonald, vulgarisateur scientifique contribuant à la démystification de la science moderne; Elisabeth Muriel Gregory MacGill, première diplômée en électrotechnique au Canada et première conceptrice d'aéronefs au monde; Pierre Coulombe, président du Bureau de la haute direction du Conseil national de recherches Canada*).

Dynamique

- **B2.1** déterminer la force résultante sur un corps ou sur un système dans des plans et des contextes variés en analysant, à l'aide de diagrammes de forces, les relations entre la force de gravité, la normale, les forces appliquées et les coefficients de frottement statique et dynamique (*p. ex., force résultante sur un skieur qui dévale une pente; tension entre les wagons d'un train; accélération d'une personne dans un ascenseur; tension sur un pendule*). [P, ER, AI, C]
- **B2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *force appliquée, résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement, poids, force normale, tension, diagramme de forces, force résultante, loi universelle gravitationnelle de Newton, système de référence inertielle, système de référence non inertielle, force centripète, mouvement circulaire uniforme, accélération centripète, satellite*. [C]

Nature ondulatoire et quantique de la lumière

- **E2.4** résoudre des problèmes d'interférences constructives et destructives en appliquant le principe de superposition des ondes dans les cas où la lumière traverse une fente simple, une fente double et un réseau de diffraction.
- **E2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *modèle ondulatoire, modèle quantique, diffraction, polarisation, interférence, maximum principal, maxima secondaires, rayonnement électromagnétique, spectre électromagnétique, effet photoélectrique, quantum, photon*. [C]

Physique moderne

- **F2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *rayonnement d'un corps noir, théorie de Planck, effet Compton, longueur d'onde de la matière (onde de de Broglie), théorie de la relativité restreinte d'Einstein, simultanéité, modèle standard, quark, lepton, hadron, photon, gluon, boson, graviton*. [C]
- **F3.2** évaluer l'impact sur la société d'innovations scientifiques et technologiques fondées sur la théorie quantique (*p. ex., l'analyse des spectres d'émission et d'absorption de matériaux inconnus permet de déterminer leurs composants*). [P, ER, AI, C]

Liens avec le curriculum de l'Ontario en physique (SPH4U)

Activité 4 : Comment le mouvement affecte-t-il le temps?

Méthode scientifique et choix de carrière

- **A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse. [P]
- **A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (p. ex., revue scientifique, base de données, Internet) et les référencer. [P]
- **A1.5** effectuer une expérience en laboratoire ou sur le terrain, exécuter une recherche ou appliquer une stratégie de résolution de problèmes pour répondre à une question de nature scientifique. [ER]
- **A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité). [ER]
- **A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires). [AI]
- **A1.10** tirer une conclusion et la justifier. [AI]
- **A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (p. ex., diagramme de forces, diagramme vectoriel, tableau, graphique). [C]

Dynamique

- **B2.1** déterminer la force résultante sur un corps ou sur un système dans des plans et des contextes variés en analysant, à l'aide de diagrammes de forces, les relations entre la force de gravité, la normale, les forces appliquées et les coefficients de frottement statique et dynamique (p. ex., force résultante sur un skieur qui dévale une pente; tension entre les wagons d'un train; accélération d'une personne dans un ascenseur; tension sur un pendule). [P, ER, AI, C]
- **B2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : force appliquée, résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement, poids, force normale, tension, diagramme de forces, force résultante, loi universelle gravitationnelle de Newton, système de référence inertiel, système de référence non inertiel, force centripète, mouvement circulaire uniforme, accélération centripète, satellite. [C]

Physique moderne

- **F1.4** énoncer les deux postulats de la théorie de la relativité restreinte et décrire les trois expériences abstraites d'Einstein (simultanéité, dilatation du temps, paradoxe des jumeaux).
- **F2.2** utiliser les équations de la relativité pour prédire les effets de la dilatation du temps, de la contraction des longueurs et de l'augmentation de la masse lors de déplacements à différentes vitesses, y compris des vitesses proches de celle de la lumière. [AI, C]
- **F2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : rayonnement d'un corps noir, théorie de Planck, effet Compton, longueur d'onde de la matière (onde de de Broglie), théorie de la relativité restreinte d'Einstein, simultanéité, modèle standard, quark, lepton, hadron, photon, gluon, boson, graviton. [C]
- **F3.1** retracer l'évolution des idées et des modèles scientifiques à partir de la théorie de la relativité restreinte et de la théorie quantique jusqu'à aujourd'hui (p. ex., décrire comment l'effet photoélectrique a contribué au développement de la théorie quantique). [ER, AI, C]

Liens avec le curriculum de l'Ontario en physique (SPH4U)

Activité 5 : Électromagnétisme et relativité

Méthode scientifique et choix de carrière

- **A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse. [P]
- **A1.6** faire des observations et recueillir des données empiriques à l'aide d'instruments (*p. ex., interface et sonde, cellule photoélectrique, balance, oscilloscope, multimètre*) ou sélectionner de l'information selon des critères spécifiques (*p. ex., pertinence, production attendue, fiabilité des sources, actualité*). [ER]
- **A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (*p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires*). [AI]
- **A1.10** tirer une conclusion et la justifier. [AI]
- **A1.11** présenter des données empiriques, des renseignements recueillis au cours d'une recherche documentaire ou les étapes de la résolution d'un problème dans une forme appropriée (*p. ex., diagramme de forces, diagramme vectoriel, tableau, graphique*). [C]
- **A2.1** décrire des possibilités d'emploi et des métiers qui requièrent des habiletés et des connaissances scientifiques dans les domaines de la dynamique, de l'énergie, des champs électriques et magnétiques, de la nature ondulatoire et quantique de la lumière, et de la physique moderne et déterminer les exigences de formation s'y rattachant (*p. ex., océanographe physique, ingénieure électronique ou ingénieure électronique, chercheuse ou chercheur en photonique, professeure ou professeur de physique*).

Champs électriques et magnétiques

- **D1.3** comparer les propriétés des champs électriques, magnétiques et gravitationnels et identifier l'origine et la direction de chaque champ.
- **D2.4** résoudre des problèmes portant sur la force agissant sur un conducteur parcouru par un courant dans un champ magnétique uniforme. [P, ER, AI, C]
- **D2.7** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *loi des charges électrostatiques, induction, conduction, électrostatique, champ électrique, champ magnétique, champ uniforme, potentiel électrique, loi de Coulomb*. [C]

Physique moderne

- **F1.4** énoncer les deux postulats de la théorie de la relativité restreinte et décrire les trois expériences abstraites d'Einstein (*simultanéité, dilatation du temps, paradoxe des jumeaux*).
- **F2.2** utiliser les équations de la relativité pour prédire les effets de la dilatation du temps, de la contraction des longueurs et de l'augmentation de la masse lors de déplacements à différentes vitesses, y compris des vitesses proches de celle de la lumière. [AI, C]
- **F2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : *rayonnement d'un corps noir, théorie de Planck, effet Compton, longueur d'onde de la matière (onde de de Broglie), théorie de la relativité restreinte d'Einstein, simultanéité, modèle standard, quark, lepton, hadron, photon, gluon, boson, graviton*. [C]
- **F3.1** retracer l'évolution des idées et des modèles scientifiques à partir de la théorie de la relativité restreinte et de la théorie quantique jusqu'à aujourd'hui (*p. ex., décrire comment l'effet photoélectrique a contribué au développement de la théorie quantique*). [ER, AI, C]
- **F3.2** évaluer l'impact sur la société d'innovations scientifiques et technologiques fondées sur la théorie quantique (*p. ex., l'analyse des spectres d'émission et d'absorption de matériaux inconnus permet de déterminer leurs composants*). [P, ER, AI, C]

Liens avec le curriculum de l'Ontario en physique (SPH4U)

Activité 6 : L'atome d'hydrogène

Méthode scientifique et choix de carrière

- **A1.1** repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant et formuler une hypothèse. [P]
- **A1.4** recueillir des renseignements dans des imprimés et des médias électroniques (p. ex., revue scientifique, base de données, Internet) et les référencer. [P]
- **A1.9** analyser et synthétiser les données empiriques ou l'information recueillie (p. ex., traiter les données, choisir les unités SI appropriées, appliquer des techniques de conversion, sélectionner des citations, développer les idées principales et secondaires). [AI]
- **A2.2** reconnaître des scientifiques canadiens qui ont apporté une contribution remarquable en physique dans le cadre de leur travail (p. ex., Willard S. Boyle, co-inventeur du capteur photographique à couplage de charge; Bob McDonald, vulgarisateur scientifique contribuant à la démystification de la science moderne; Elisabeth Muriel Gregory MacGill, première diplômée en électrotechnique au Canada et première conceptrice d'aéronefs au monde; Pierre Coulombe, président du Bureau de la haute direction du Conseil national de recherches Canada).

Dynamique

- **B2.5** résoudre des problèmes portant sur le mouvement circulaire uniforme, y compris le mouvement des planètes et des satellites en appliquant la loi de la gravitation universelle de Newton. [P, ER, AI, C]
- **B2.6** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : force appliquée, résultante, frottement statique, frottement dynamique, coefficient de frottement, poids, force normale, tension, diagramme de forces, force résultante, loi universelle gravitationnelle de Newton, système de référence inertielle, système de référence non inertielle, force centripète, mouvement circulaire uniforme, accélération centripète, satellite. [C]

Champs électriques et magnétiques

- **D1.3** comparer les propriétés des champs électriques, magnétiques et gravitationnels et identifier l'origine et la direction de chaque champ.
- **D2.7** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : loi des charges électrostatiques, induction, conduction, électrostatique, champ électrique, champ magnétique, champ uniforme, potentiel électrique, loi de Coulomb. [C]

Physique moderne

- **F1.3** souligner les preuves livrées par l'expérience de de Broglie sur les ondes de la matière en relation avec la constante de Planck et la quantité de mouvement.
- **F2.1** résoudre des problèmes portant sur la quantité de mouvement d'un photon et la longueur d'onde de la matière. [P, ER, AI, C]
- **F2.3** communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes dont : rayonnement d'un corps noir, théorie de Planck, effet Compton, longueur d'onde de la matière (onde de de Broglie), théorie de la relativité restreinte d'Einstein, simultanéité, modèle standard, quark, lepton, hadron, photon, gluon, boson, graviton. [C]
- **F3.1** retracer l'évolution des idées et des modèles scientifiques à partir de la théorie de la relativité restreinte et de la théorie quantique jusqu'à aujourd'hui (p. ex., décrire comment l'effet photoélectrique a contribué au développement de la théorie quantique). [ER, AI, C]