

PHY-5061-2

CINÉMATIQUE ET OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE



sofad

Cinématique et optique géométrique

PHY-5061-2

Guide d'apprentissage

The logo for 'sofad' consists of the word 'sofad' in a white, lowercase, sans-serif font, centered within a solid black square.

sofad

Cinématique et optique géométrique

Ce guide d'apprentissage a été produit par la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec (SOFAD).

Équipe de production

Chargé de projets :	Alain Pednault (SOFAD)
Rédaction :	Judith Sévigny
Illustration :	Marc Tellier
Révision de contenu :	Interscience
Révision linguistique :	Johanne St-Martin
Maquette graphique, mise en page et infographie :	Daniel Rémy (I. D. Graphique inc.)
Lecture d'épreuves :	Johanne St-Martin
Première parution :	Novembre 2014

Dans cette production, la rédaction épiciène assure l'équilibre de la représentation des hommes et des femmes.

© SOFAD, 2014

Tous droits de traduction et d'adaptation, en totalité ou en partie, réservés pour tous pays.

Toute reproduction, par procédé mécanique ou électronique, y compris la microreproduction, est interdite sans l'autorisation écrite d'un représentant dûment autorisé de la SOFAD.

Nonobstant cet énoncé, la reproduction des activités notées est autorisée uniquement pour les besoins des utilisateurs du guide de la SOFAD correspondant.

Dépôt légal - 2014

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN : 978-2-89493-490-6

Novembre 2014

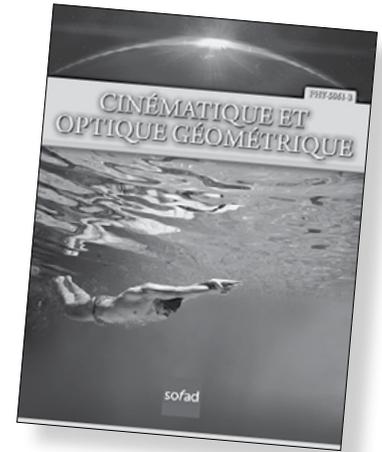
Table des matières



Introduction	v
Séquence ❶ - En ligne droite	2
Exploration	4
Activité 1.1 Entre deux points	5
Activité 1.2 La machine à boule	30
Activité 1.3 Les équations du MRU	32
Exercices d'intégration	54
Résumé des nouveaux savoirs	57
Séquence ❷ - Plus vite!	60
Exploration	62
Activité 2.1 À la course!	63
Activité 2.2 Les équations du MRUA	79
Activité 2.3 Qui a raison?	96
Activité 2.4 Allez hop, cascade!	100
Exercices d'intégration	104
Résumé des nouveaux savoirs	107
Activité notée 1	108
Séquence ❸ - Les projectiles	110
Exploration	112
Activité 3.1 Pierre qui roule...	113
Activité 3.2 Le mouvement d'un projectile	123
Activité 3.3 Le botté de placement	141
Exercices d'intégration	146
Résumé des nouveaux savoirs	148
Activité notée 2	150
Séquence ❹ - La réflexion	152
Exploration	154
Activité 4.1 Un changement de direction	155
Activité 4.2 Le labyrinthe lumineux	161
Activité 4.3 Les applications des miroirs plans	163
Activité 4.4 Les angles morts	182
Exercices d'intégration	186
Résumé des nouveaux savoirs	189
Séquence ❺ - Miroir, miroir	192
Exploration	194
Activité 5.1 Réelle ou virtuelle?	196
Activité 5.2 Pour en mettre plein la vue! 1 ^{re} partie	200
Activité 5.3 Les miroirs courbes plus en détails	202
Activité 5.4 Pour en mettre plein la vue! 2 ^e partie	232
Exercices d'intégration	236
Résumé des nouveaux savoirs	239

Séquence 6 – La réfraction	244
Exploration	246
Activité 6.1 La lumière qui plie.	247
Activité 6.2 Barman amateur	271
Activité 6.3 Ô mirage!	273
Exercices d'intégration	279
Résumé des nouveaux savoirs	283
Activité notée 3	284
Séquence 7 – Jeu de lentilles	286
Exploration	288
Activité 7.1 Les lentilles convergentes et les lentilles divergentes	289
Activité 7.2 Les lentilles minces	302
Activité 7.3 La conception d'un macro-objectif, 1 ^{re} partie	328
Exercices d'intégration	334
Résumé des nouveaux savoirs	339
Activité notée 4	342
Conclusion	343
Autoévaluation	345
Section A : Évaluation explicite des connaissances	346
Section B : Évaluation des compétences : La tête dans les étoiles	359
Corrigé	367
1 – En ligne droite	368
2 – Plus vite!	387
3 – Les projectiles	401
4 – La réflexion.	413
5 – Miroir, miroir	425
6 – La réfraction.	446
7 – Jeu de lentilles	460
Autoévaluation	480
Lexique	493
Annexes	503
Annexe A : Grandeurs, unités, équations et constantes	504
Annexe B : Préalables mathématiques.	507
Annexe C : Chiffres significatifs et arrondis	511
Annexe D : Les vecteurs	514
Annexe E : L'addition vectorielle	521
Annexe F : L'échelle d'un plan	531
Annexe G : Les propriétés des triangles semblables.	533
Annexe H : Système international et notation scientifique	534
Fiche de rétroaction	537

Introduction

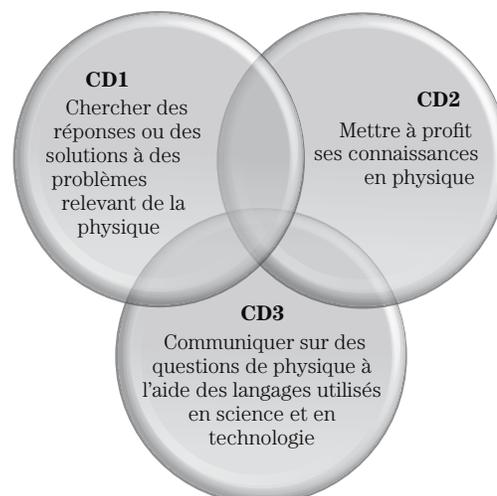


Bienvenue dans le cours *Cinématique et optique géométrique*, le premier de deux cours du programme de physique de 5^e secondaire. La cinématique est la branche de la mécanique qui se consacre à

l'étude des mouvements, sans se préoccuper de leur cause. Les mouvements les plus simples sont les mouvements rectilignes, s'effectuant en ligne droite, que ce soit à vitesse ou à accélération constante. Une étude approfondie de ces mouvements permet par la suite d'appliquer les concepts abordés à une variété de mouvements, dont celui des projectiles.

L'optique géométrique, qui porte sur l'étude du comportement de la lumière lorsqu'elle rencontre une surface réfléchissante ou lorsqu'elle change de milieu, mène à l'analyse du fonctionnement de divers instruments et appareils constitués de miroirs ou de lentilles.

Mais au-delà de la simple acquisition de connaissances, vous serez appelé à développer ou à renforcer les trois compétences disciplinaires (CD) suivantes :



La CD1 sera sollicitée par la réalisation de tâches dans des activités expérimentales, comme établir la deuxième loi de la réflexion. Quant à la CD2, elle sera sollicitée en complétant des tâches dans des situations réalistes et complexes, comme planifier le déroulement d'une cascade impliquant la chute d'un cascadeur depuis le toit d'un édifice. Pour chacune de ces deux compétences, vous mettrez en application la CD3 en expliquant des résultats ou en argumentant des choix. Par exemple, vous aurez à expliquer la formation d'un mirage dans le désert. Ces compétences seront aussi touchées lors des activités d'évaluation présentées au cours de vos apprentissages, soit quatre activités notées et une autoévaluation.

Les savoirs et les techniques

Les nouveaux savoirs que vous devrez acquérir touchent l'univers matériel et sont regroupés en deux grands concepts généraux. Il y a la cinématique, qui se préoccupe de décrire des mouvements. Puis il y a l'optique géométrique; on y abordera plus spécifiquement les phénomènes de réflexion et de réfraction de la lumière. Quant aux techniques à acquérir, elles renvoient à des procédés méthodiques qui balisent la mise en application de connaissances théoriques en laboratoire, plus spécifiquement : l'utilisation d'instruments ou la manipulation d'objets de façon sécuritaire; la vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure; puis l'interprétation des résultats de la mesure.

Le tableau suivant présente la répartition des nouveaux savoirs et des techniques prescrits dans les sept séquences d'apprentissage de ce guide.

RÉPARTITION DES NOUVEAUX SAVOIRS ET DES TECHNIQUES PRESCRITS.

SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE	SAVOIRS	TECHNIQUES
<p>1</p> <p>En ligne droite</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mouvement rectiligne uniforme : relation entre la vitesse, la distance et le temps; relation entre la position par rapport à l'origine, la vitesse et le temps; déplacement et distance parcourue. Système de référence. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation d'instruments d'observation. Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. Interprétation des résultats de la mesure.
<p>2</p> <p>Plus vite!</p>	<ul style="list-style-type: none"> Changements de vitesse. Système de référence. Mouvement rectiligne uniformément accéléré : relation entre l'accélération, la variation de la vitesse et le temps; relation entre l'accélération, la distance parcourue et le temps; vitesse moyenne et vitesse instantanée; chute libre. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation d'instruments d'observation. Interprétation des résultats de la mesure.

SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE	SAVOIRS	TECHNIQUES
<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">Les projectiles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Système de référence. • Mouvement rectiligne uniformément accéléré : mouvement d'un corps sur un plan incliné. • Mouvement des projectiles. 	
<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">La réflexion</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Déviation des ondes lumineuses. • Lois de la réflexion : rayon incident et rayon réfléchi; angle d'incidence et angle de réflexion. • Images : caractéristiques de l'image (grandissement, position). 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Utilisation d'instruments d'observation. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Interprétation des résultats de la mesure.
<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">Miroir, miroir</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Déviation des ondes lumineuses. • Lois de la réflexion : angle d'incidence et angle de réflexion. • Images : types d'images (réelle, virtuelle); caractéristiques de l'image (grandissement, position). 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Utilisation d'instruments d'observation. • Interprétation des résultats de la mesure.
<p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: center;">La réfraction</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Loi de Snell-Descartes : rayon incident et rayon réfracté; angle d'incidence et angle de réfraction; indice de réfraction. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire. • Vérification de la fidélité, de la justesse et de la sensibilité des instruments de mesure. • Utilisation d'instruments d'observation. • Interprétation des résultats de la mesure.
<p style="text-align: center;">7</p> <p style="text-align: center;">Jeu de lentilles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Déviation des ondes lumineuses. • Foyer d'une lentille. • Récepteurs sensoriels (œil). • Images : types d'images (réelle, virtuelle), caractéristiques de l'image (grandissement, position). 	

Structure du guide et consignes d'utilisation

Ce guide d'apprentissage est un instrument qui tend à respecter à la fois les caractéristiques principales de l'apprentissage individualisé et de l'apprentissage en situations concrètes et réalistes. Il peut être utilisé tant dans un contexte de formation à distance qu'en formation en établissement.

Ainsi, par ces modes d'apprentissage, on veut favoriser chez vous :

- la plus grande participation possible;
- la prise en charge de votre cheminement;
- le respect de votre rythme;
- la mise à profit de votre expérience et de vos connaissances.

Vous pourrez, tout au long de votre cheminement, faire la constatation de vos succès ou de vos échecs, déterminer les causes de ceux-ci ainsi que les moyens à prendre pour continuer à progresser dans votre apprentissage. Un formateur ou une formatrice est à votre disposition pour vous soutenir et vous éclairer dans votre cheminement. Si une notion vous semble plus difficile, il ne faut pas hésiter à avoir recours à cette aide précieuse.

Les séquences d'apprentissage (SA)

Il y a en tout sept séquences d'apprentissage (SA) dans lesquelles vous serez amené à découvrir de nouveaux savoirs et à les appliquer avec compétence. Chaque SA est construite de façon similaire. Elle comporte d'abord une présentation où figure le sujet de la séquence. Suit l'exploration, partie qui vous permettra de tester vos connaissances sur des concepts qui seront utiles dans la séquence d'apprentissage. Suit ensuite une série d'activités de trois types : activité d'acquisition de connaissances, activité expérimentale et activité d'expertise en situation.



activité d'acquisition de connaissances



activité d'expertise en situation



activité expérimentale

L'activité d'acquisition de connaissances est axée sur la découverte active de nouveaux savoirs tandis que les deux autres activités vous amènent à développer vos compétences en réalisant des tâches plus complexes. Ainsi, l'activité expérimentale vous mènera à développer principalement la compétence CD1. Quant à l'activité d'expertise en situation, la tâche à réaliser vous mènera à développer principalement la compétence CD2. Quant à la compétence CD3, elle est nécessairement développée dans toutes les activités proposées.

Au fil des activités, vous serez invité à répondre à des questions qui favoriseront l'acquisition de nouvelles connaissances et le développement de vos compétences. Au premier abord, vous ne serez peut-être pas en mesure de répondre à toutes ces questions. Efforcez-vous tout de même d'y trouver des réponses satisfaisantes, les réponses et des explications complémentaires suivent immédiatement après. Il est essentiel que vous cherchiez à comprendre tous les nouveaux concepts qui sont expliqués.

À la fin de chaque SA, vous trouverez une série d'exercices d'intégration portant sur l'ensemble des concepts abordés dans la séquence ainsi qu'un résumé des nouveaux savoirs. Ceux-ci vous permettront d'en vérifier votre compréhension.

L'autoévaluation

L'autoévaluation est construite en deux sections comme l'épreuve d'évaluation aux fins de sanction (c.-à-d. l'épreuve finale du cours) afin de mieux vous y préparer. Avant de vous y attaquer, prenez le temps de relire le résumé des nouveaux savoirs présenté à la fin de chaque séquence d'apprentissage, puis regardez le tableau de la répartition des savoirs à la page vi. Complétez ensuite l'épreuve d'autoévaluation sans consulter le texte du guide ni le corrigé. Puis, comparez vos réponses avec celles du corrigé de l'autoévaluation et complétez votre étude au besoin.

Une grille d'autoévaluation accompagne cette épreuve. Elle vous servira à déterminer les notions que vous maîtrisez et celles pour lesquelles une révision s'impose avant de vous présenter à l'épreuve finale. Des indications sur les notions à réviser sont fournies à même cette grille.

Le corrigé

Après l'épreuve d'autoévaluation, vous trouverez la section « Corrigé » du guide. Référez-vous à ce corrigé pour trouver les réponses à chacune des questions numérotées des exercices afin de vous assurer que vous avez bien compris tous les concepts, et ce, avant de passer à l'activité ou à la séquence d'apprentissage suivante. À la fin de cette section se trouve également le corrigé de l'épreuve d'autoévaluation.

Le lexique

Vous trouverez dans le lexique, classées en ordre alphabétique, les définitions des mots soulignés en pointillé dans les séquences d'apprentissage. N'hésitez pas à le consulter au fil de vos lectures afin de bien comprendre les termes et expressions qui s'y trouvent.

Les annexes

Les annexes regroupent des renseignements utiles ainsi que quelques rappels de notions préalables.

Activités notées

Le guide est accompagné de quatre activités notées qui sont présentées dans des cahiers séparés, l'une d'elle portant sur une activité expérimentale. Vous aurez à réaliser une activité notée à la suite des SA 2, 3, 6 et 7. Vous trouverez un rappel à cet effet à la fin de chacune de ces SA. Les activités notées ont une fonction d'aide à l'apprentissage; outre l'évaluation explicite des connaissances, elles comportent chacune une situation complexe et signifiante pour évaluer votre compétence à traiter les tâches de ces situations.

Les activités notées font partie intégrante des séquences d'apprentissage proposées et ne constituent pas un ajout facultatif à votre cheminement; vous devez les faire. À cet effet, ces activités sont prévues pour tous les élèves et doivent être évaluées par le tuteur ou la tutrice si vous êtes en formation à distance ou par l'enseignant ou l'enseignante si vous êtes en formation en établissement. Vous devrez donc les lui soumettre.

Il est possible d'acheter les activités notées en version imprimée à faible coût, ou encore de les télécharger gratuitement à cette adresse, sous la rubrique « Formation de base diversifiée » : <http://cours1.sofad.qc.ca/ressources>.

Évaluation pour fin de sanction

Si vous désirez acquérir les 2 unités rattachées à ce cours, vous devez obtenir une note d'au moins 60 % à l'épreuve finale qui a lieu dans un centre d'éducation des adultes. Pour vous présenter à cette épreuve, il est souhaitable que vous ayez également obtenu une moyenne d'au moins 60 % aux activités notées accompagnant le présent guide. D'ailleurs, certains centres exigent ce résultat pour vous admettre à l'épreuve finale.

L'épreuve finale pour le cours *Cinématique et optique géométrique* est composée de deux parties, l'une pratique et l'autre théorique. Ces parties sont administrées lors de deux séances distinctes. La partie pratique comporte des tâches que vous devrez réaliser en laboratoire, à partir d'une situation d'application réaliste. La partie théorique est constituée de deux sections, soit l'évaluation explicite des connaissances et l'évaluation des compétences.

Matériel complémentaire

Ayez sous la main tout le matériel dont vous aurez besoin.

- Une calculatrice, un crayon à mine pour inscrire vos réponses et vos notes dans votre guide, un stylo-bille de couleur pour corriger vos réponses, un surligneur pour souligner les idées importantes, une gomme à effacer, une règle et un rapporteur d'angles, etc.
- La trousse d'expérimentation contenant le matériel nécessaire à la réalisation des activités expérimentales. Vous devrez compléter cette trousse en vous procurant certains items.

Informations complémentaires concernant la formation à distance

Voici quelques suggestions qui vous aideront à organiser votre temps d'étude. La durée de la formation est évaluée à 50 heures de travail approximativement.

- Établissez un horaire d'étude en tenant compte de vos dispositions et de vos besoins, ainsi que de vos obligations familiales, professionnelles et autres.
- Essayez de consacrer quelques heures par semaine à l'étude, de préférence en blocs de deux heures chaque fois.
- Respectez autant que possible l'horaire que vous avez choisi.

La tutrice ou le tuteur est la personne qui vous guide tout au long de votre apprentissage et vous fournit les conseils, les critiques et les commentaires susceptibles d'assurer le succès de votre projet de formation. N'hésitez pas à communiquer avec cette personne si vous éprouvez des difficultés avec la théorie ou les exercices, ou si vous avez besoin d'encouragement pour poursuivre votre étude. Notez vos questions par écrit et communiquez avec elle pendant ses heures de disponibilité et, au besoin, écrivez-lui. Si ses heures de disponibilité et ses coordonnées ne vous ont pas été transmises, demandez-les au centre où vous êtes inscrit.

Bon apprentissage!

Aperçu des éléments constituant une séquence d'apprentissage

Le guide comprend sept séquences d'apprentissage. Ici, le numéro de la SA.

Le thème de la SA.

1 En ligne droite

1.1 Entre deux points

Buts

- Calculer la distance parcourue et le déplacement effectué par un mobile à partir du tracé ou de la description de sa trajectoire.
- Établir la position du mobile en différents points de sa trajectoire à l'aide d'un système de référence approprié.

Votre tâche

- Vous devrez appliquer les concepts de distance parcourue et de déplacement afin de choisir le trajet de livraison optimal permettant de réduire les émissions polluantes d'un livreur de paniers de légumes biologiques.

1.2 La machine à boule

Buts

- Mesurer expérimentalement la vitesse d'un objet en mouvement rectiligne uniforme.
- Analyser graphiquement le mouvement d'un objet en mouvement rectiligne uniforme.

Votre tâche

- Vous devrez vérifier que la boule est en mouvement rectiligne uniforme à la sortie du lanceur et mesurer sa vitesse.

1.3 Les équations du MRU

But

- Établir les équations du mouvement rectiligne uniforme (position-temps, vitesse-temps, accélération-temps) et les mettre en application.

Nous sommes à une époque où la vitesse occupe une place omniprésente, qu'il soit question de kilomètres par heure ou de gigabits par seconde. Afin de bien saisir ce concept, vous étudierez le mouvement rectiligne uniforme au cours de la présente séquence d'apprentissage.

Dans l'activité 1.1 « Entre deux points » vous aborderez d'abord les notions de distance parcourue et de déplacement en planifiant le trajet pour la livraison de légumes biologiques. Après avoir bien distingué ces deux concepts, l'activité 1.2 « La machine à boule » vous permettra d'analyser graphiquement le mouvement d'une boule roulant sur une surface horizontale afin d'en mesurer la vitesse. Dans l'activité 1.3 « Les équations du MRU », vous approfondirez l'analyse graphique de l'activité précédente afin de pouvoir décrire un mouvement rectiligne uniforme à l'aide d'équations.

La liste des activités avec le ou les buts particuliers de chacune ainsi que la tâche associée aux activités expérimentales et aux activités d'expertise en situation.

La mise en situation de la SA.

L'exploration permet de tester certains concepts utiles pour réaliser la SA.

Les réponses aux questions numérotées sont dans le corrigé à la fin du guide.

Exploration

Les questions suivantes vous permettront de tester vos connaissances sur des concepts qui vous seront utiles au cours de cette séquence d'apprentissage.

Vous assistez à une course automobile alors qu'une voiture rouge et une voiture verte abordent une portion droite de la piste. Vous constatez que la voiture rouge parcourt cette portion rectiligne en deux fois moins de temps que la voiture verte.

1.1 Que pouvez-vous affirmer au sujet de la vitesse respective des deux voitures sur cette portion de la piste?

- La vitesse de la voiture rouge est quatre fois plus grande que celle de la voiture verte.
- La vitesse de la voiture rouge est deux fois plus grande que celle de la voiture verte.
- La vitesse de la voiture rouge est deux fois plus petite que celle de la voiture verte.
- Les deux voitures ont la même vitesse.

Le type d'activité est identifié par la puce foncée.

Le ou les buts à atteindre dans l'activité.

La tâche à réaliser dans l'activité est précisée, s'il y a lieu.

Activité 1.1 Entre deux points

Buts

- Calculer la distance parcourue et le déplacement effectué par un mobile à partir du tracé ou de la description de sa trajectoire.
- Établir la position du mobile en différents points de sa trajectoire à l'aide d'un système de référence approprié.

Par définition, la vitesse représente la distance parcourue par unité de temps, la distance parcourue étant une notion largement utilisée dans le quotidien. En physique, on parle aussi parfois de déplacement, un concept à ne pas confondre avec la distance parcourue. La présente activité vous permettra de bien faire la distinction entre ces deux concepts.

En tant que livreur, vous devez déposer des paniers de légumes biologiques à différents points de chute tout en vous rendant au marché public. Soucieux de l'environnement, vous désirez réduire les émissions polluantes produites par votre camion de livraison. Pour ce faire, vous voulez donc parcourir la plus petite distance possible entre votre point de départ, la ferme maraîchère, et votre destination, le marché public, en passant par tous les points de chute à desservir.

© monticello/Shutterstock.com

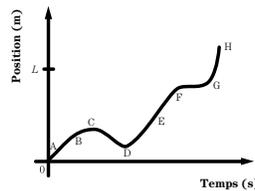
Votre tâche

- Vous devrez appliquer les concepts de distance parcourue et de déplacement afin de choisir le trajet de livraison optimal permettant de réduire les émissions polluantes d'un livreur de paniers de légumes biologiques.

Des exercices d'intégration sont présentés après la dernière activité de la SA et portent sur l'ensemble des concepts et des savoirs abordés au cours de la séquence.

Exercices d'intégration

(I.60) Un lièvre entre dans un gros tuyau de drainage de longueur L . Le graphique ci-dessous montre le mouvement du lièvre à partir du point A, moment où il pénètre dans le tuyau. Les six énoncés suivants se rapportent au graphique. Déterminez les trois énoncés faux et justifiez votre choix.



1. Les points successifs de A à H représentent la trajectoire du lièvre.
2. Du point C au point D, le lièvre recule.
3. Entre les points D et F, le lièvre accélère.
4. Entre les points F et G, le lièvre ralentit.
5. En H, le lièvre est sorti du tuyau.
6. Entre les points C et D, le lièvre ralentit sa vitesse.

- a) 1^{er} énoncé faux : _____
Justification : _____
- b) 2^e énoncé faux : _____
Justification : _____
- c) 3^e énoncé faux : _____
Justification : _____

(I.61) On a recueilli les données suivantes d'un cycliste en mouvement. Servez-vous de ces données pour établir l'équation du mouvement.

LA POSITION D'UN CYCLISTE EN FONCTION DU TEMPS.						
t (s)	0	1	2	3	4	5
s (m)	0,5	4,5	8,5	12,5	16,5	20,5

Un résumé des nouveaux savoirs termine la SA et présente les savoirs essentiels abordés au cours de la séquence.

Résumé des nouveaux savoirs

Activité 5.1 – Réelle ou virtuelle?

Une **image réelle** peut être projetée sur un écran. Elle se trouve au point de rencontre des rayons réfléchis (pour les miroirs) ou réfractés (pour les lentilles).

Une **image virtuelle** ne peut pas être projetée sur un écran. Elle peut par contre être vue en regardant dans le miroir ou la lentille la produisant. Elle se trouve au point de rencontre des prolongements des rayons réfléchis ou réfractés.

Activité 5.2 – Pour en mettre plein la vue! 1^{re} partie

Les **miroirs courbes** ont la forme d'une calotte sphérique. On a un **miroir concave** si l'intérieur de la calotte sphérique est réfléchissant, et un **miroir convexe** si c'est l'extérieur qui réfléchit la lumière.

Le **sommet du miroir** (S) est le point situé en son centre.

Lorsqu'un faisceau parallèle est incident à un miroir concave, il est réfléchi en un faisceau convergent qui se dirige vers le **foyer principal** (F) du miroir. Pour un miroir convexe, le faisceau réfléchi est plutôt divergent et il semble provenir du foyer principal du miroir, situé derrière celui-ci.

La **longueur focale** (ou **distance focale**) du miroir est la distance entre le sommet du miroir et son foyer principal. On la représente par la variable f .

Le **rayon de courbure** est le rayon de la sphère dont la calotte formant le miroir est découpée. On le représente par la variable R . Il correspond à la distance entre le sommet du miroir et son centre de courbure (C). Le rayon de courbure du miroir est égal au double de sa longueur focale : $R = 2f$.

Le sommet, le foyer principal et le centre de courbure du miroir se trouvent sur un même axe qu'on appelle **axe principal**.

Les rubriques et autres caractéristiques

Les mots soulignés en pointillés sont définis dans le lexique à la fin du guide.

Un texte présenté dans cet encadré indique que ce texte cible des savoirs importants. Ce sont généralement des définitions ou des équations.

Les figures numérotées sont importantes; il faut y porter une attention particulière.

4.4 Que se produit-il alors à la surface de l'eau?

4.5 Après un moment, les fronts d'onde à la surface de l'eau atteignent la paroi verticale de l'évier. Que se produit-il alors?



© Ian Grainger/Shutterstock.com

Dans cette simulation, la source des « ondes » est la goutte qui touche la surface de l'eau. On peut représenter les ondes lumineuses émises par une source ponctuelle de la même manière. Dans le plan de la page, en deux dimensions, on représente les fronts d'onde comme des circles concentriques, alors qu'en réalité, les fronts d'onde forment des sphères ayant pour centre commun la source.

En optique géométrique, on ne tient pas compte de la forme des fronts d'onde, mais uniquement de leur direction de propagation. On représente donc la lumière comme des rayons lumineux, des segments de droite orientés qui sont perpendiculaires aux fronts d'onde.

Un **rayon lumineux** est une représentation géométrique de la lumière sous forme de segment de droite orienté. Il représente la direction de propagation de la lumière. Par définition, un rayon lumineux est infiniment mince.

a)



b)



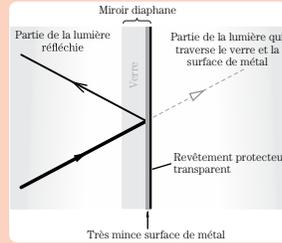
Figure 4.21 a) Une source ponctuelle produit des fronts d'onde sphériques concentriques, représentés en deux dimensions par des cercles. b) En optique géométrique, on illustre plutôt la lumière par des rayons, qui indiquent la direction de déplacement des fronts d'onde.

La rubrique *Le saviez-vous?* ajoute un complément d'information : il ne fait pas directement partie de l'apprentissage et aucune question de l'épreuve d'évaluation pour fin de sanction ne portera sur son contenu.



Le saviez-vous?

On utilise aussi des miroirs, appelés miroirs diaphanes ou miroir sans tain, pour observer sans être vu, par exemple dans les garderies ou les salles d'interrogatoire de postes de police ou de palais de justice. Dans ces miroirs semi-transparents, la pellicule réfléchissante est si mince qu'une certaine quantité de lumière peut la traverser. Ce qu'on veut observer se trouve dans une salle très éclairée et, sur un des murs de cette salle, il y a un miroir. L'observateur est de l'autre côté du miroir, dans une pièce sombre. De la pièce éclairée, on ne peut voir la salle sombre, mais l'observateur peut voir tout ce qui se passe dans la pièce éclairée.



Le pictogramme *Remarque* accompagne les paragraphes auxquels vous devez porter une attention particulière.



Remarque

En pratique, la méthode graphique est généralement utilisée pour s'assurer qu'il n'y a pas eu d'erreur de calcul et vérifier ainsi que la valeur obtenue par calcul correspond bien à la réalité. Aussi, lorsqu'il vous sera demandé de faire un calcul de vitesse instantanée, une fois les composantes de vitesse connues, faites un schéma à l'échelle, calculez la grandeur et l'orientation du vecteur vitesse instantanée et vérifiez que votre réponse correspond bien au vecteur illustré sur le schéma.

La rubrique *Astuce* présente un truc permettant de simplifier le travail.



Astuce

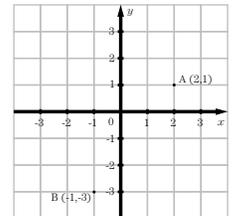
Un rayon incident à une lentille est toujours réfracté vers la partie la plus épaisse de la lentille. Ainsi, un rayon traversant une lentille convergente se rapproche de son axe principal (plus épaisse au centre), alors qu'il s'éloigne de l'axe principal d'une lentille divergente (plus épaisse au pourtour).

La rubrique *Rappel* contient des notions ou des concepts préalables.



Rappel

Le système cartésien de coordonnées est un système de référence basé sur le **plan cartésien**. Ce plan est constitué de deux axes orientés perpendiculaires et se croisant à l'origine du système de référence. Ces axes sont gradués. Par convention, l'axe horizontal est appelé « axe des x » ou « axe des abscisses » alors que l'axe vertical est appelé « axe des y » ou « axe des ordonnées ». Le sens positif de ces axes est orienté respectivement vers la droite et vers le haut.



Les points de coordonnées $A(2, 1)$ et $B(-1, -3)$ placés sur un plan cartésien.

Les **coordonnées d'un point** sur le plan cartésien sont les distances de ce point le long de chacun des axes et par rapport à l'origine. Par exemple, dans la figure ci-contre, deux points sont dessinés. Les coordonnées du point A sont $(2, 1)$, puisqu'il se trouve deux unités à droite de l'origine, puis une unité en haut de l'axe des x . Les coordonnées du point B, puisqu'il se trouve à gauche et sous l'origine, sont $(-1, -3)$. À noter que deux coordonnées sont nécessaires afin de localiser un point dans un plan.

Ce pictogramme vous indique que vous devez réaliser une activité notée et la soumettre pour fin d'évaluation.



Vous devez maintenant réaliser l'activité notée 1

Remettez-la ensuite à votre formateur ou votre formatrice, ou faites-la parvenir à votre tuteur ou votre tutrice selon les modalités prévues lors de votre inscription.

Note : Si les activités notées ne vous ont pas été fournies, vous pouvez les télécharger de : <http://cours1.sofad.qc.ca/ressources> sous la rubrique « Formation de base diversifiée ».

1

En ligne droite

2

Plus vite!

3

Les projectiles

4

La réflexion

5

Miroir, miroir

6

La réfraction

7

Jeu de lentilles

1

En ligne droite



1.1 Entre deux points

- Buts**
- Calculer la distance parcourue et le déplacement effectué par un mobile à partir du tracé ou de la description de sa trajectoire.
 - Établir la position du mobile en différents points de sa trajectoire à l'aide d'un système de référence approprié.

- Votre tâche**
- Vous devrez appliquer les concepts de distance parcourue et de déplacement afin de choisir le trajet de livraison optimal permettant de réduire les émissions polluantes d'un livreur de paniers de légumes biologiques.



1.2 La machine à boule

- Buts**
- Mesurer expérimentalement la vitesse d'un objet en mouvement rectiligne uniforme.
 - Analyser graphiquement le mouvement d'un objet en mouvement rectiligne uniforme.

- Votre tâche**
- Vous devrez vérifier que la boule est en mouvement rectiligne uniforme à la sortie du lanceur et mesurer sa vitesse.



1.3 Les équations du MRU

- But**
- Établir les équations du mouvement rectiligne uniforme (position-temps, vitesse-temps, accélération-temps) et les mettre en application.



© EpicStockMedia/Shutterstock.com

Nous sommes à une époque où la vitesse occupe une place omniprésente, qu'il soit question de kilomètres par heure ou de gigabits par seconde. Afin de bien saisir ce concept, vous étudierez le mouvement rectiligne uniforme au cours de la présente séquence d'apprentissage.

Dans l'activité 1.1 « Entre deux points » vous aborderez d'abord les notions de distance parcourue et de déplacement en planifiant le trajet pour la livraison de légumes biologiques. Après avoir bien distingué ces deux concepts, l'activité 1.2 « La machine à boule » vous permettra d'analyser graphiquement le mouvement d'une boule roulant sur une surface horizontale afin d'en mesurer la vitesse. Dans l'activité 1.3 « Les équations du MRU », vous approfondirez l'analyse graphique de l'activité précédente afin de pouvoir décrire un mouvement rectiligne uniforme à l'aide d'équations.

Exploration

Les questions suivantes vous permettront de tester vos connaissances sur des concepts qui vous seront utiles au cours de cette séquence d'apprentissage.

Vous assistez à une course automobile alors qu'une voiture rouge et une voiture verte abordent une portion droite de la piste. Vous constatez que la voiture rouge parcourt cette portion rectiligne en deux fois moins de temps que la voiture verte.

1.1) Que pouvez-vous affirmer au sujet de la vitesse respective des deux voitures sur cette portion de la piste?

- a) La vitesse de la voiture rouge est quatre fois plus grande que celle de la voiture verte.
- b) La vitesse de la voiture rouge est deux fois plus grande que celle de la voiture verte.
- c) La vitesse de la voiture rouge est deux fois plus petite que celle de la voiture verte.
- d) Les deux voitures ont la même vitesse.

1.2) Vous apprenez, grâce à un panneau indicateur placé près de la piste, que la voiture rouge roule à une vitesse de 230 km/h. Quelle est sa vitesse, exprimée en mètres par seconde (m/s)?

1.3) Quelle est la relation exprimant la vitesse v d'une voiture en fonction de la distance parcourue d et du temps nécessaire pour la parcourir Δt ?

1.4) Si la portion rectiligne de la piste mesure 125 mètres (m), combien de secondes faut-il à la voiture verte pour la parcourir?



Activité 1.1 Entre deux points



Buts

- Calculer la distance parcourue et le déplacement effectué par un mobile à partir du tracé ou de la description de sa trajectoire.
- Établir la position du mobile en différents points de sa trajectoire à l'aide d'un système de référence approprié.

Par définition, la vitesse représente la distance parcourue par unité de temps, la distance parcourue étant une notion largement utilisée dans le quotidien. En physique, on parle aussi parfois de déplacement, un concept à ne pas confondre avec la distance parcourue. La présente activité vous permettra de bien faire la distinction entre ces deux concepts.

En tant que livreur, vous devez déposer des paniers de légumes biologiques à différents points de chute tout en vous rendant au marché public. Soucieux de l'environnement, vous désirez réduire les émissions polluantes produites par votre camion de livraison. Pour ce faire, vous voulez donc parcourir la plus petite distance possible entre votre point de départ, la ferme maraîchère, et votre destination, le marché public, en passant par tous les points de chute à desservir.



© monticello/Shutterstock.com



Votre tâche

- Vous devrez appliquer les concepts de distance parcourue et de déplacement afin de choisir le trajet de livraison optimal permettant de réduire les émissions polluantes d'un livreur de paniers de légumes biologiques.

Du point A au point B...

Pour que vous puissiez planifier votre parcours de livraison, la propriétaire de la ferme maraîchère vous remet une carte à l'échelle indiquant les positions de la ferme et du marché public.



Vous trouverez cette carte à la p. 22, à la fin de la présente activité. Prenez-en connaissance avant de poursuivre.

Remarque

Afin de localiser différents points sur une carte, un système de référence est nécessaire. Le plan cartésien en est un exemple.

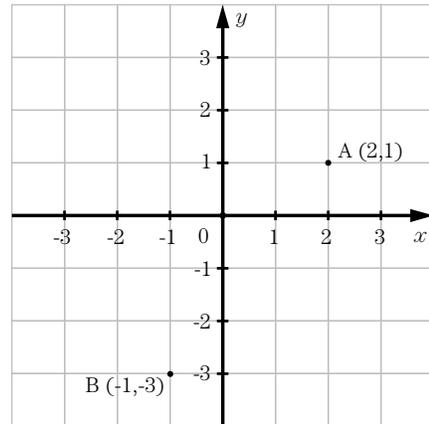
Un **système de référence** est un système de coordonnées permettant de représenter des éléments dans l'espace ou sur le plan.



Rappel

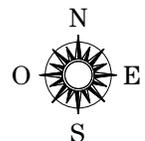
Le système cartésien de coordonnées est un système de référence basé sur le plan cartésien. Ce plan est constitué de deux axes orientés perpendiculaires et se croisant à l'origine du système de référence. Ces axes sont gradués. Par convention, l'axe horizontal est appelé « axe des x » ou « axe des abscisses » alors que l'axe vertical est appelé « axe des y » ou « axe des ordonnées ». Le sens positif de ces axes est orienté respectivement vers la droite et vers le haut.

Les coordonnées d'un point sur le plan cartésien sont les distances de ce point le long de chacun des axes et par rapport à l'origine. Par exemple, dans la figure ci-contre, deux points sont dessinés. Les coordonnées du point A sont (2, 1), puisqu'il se trouve deux unités à droite de l'origine, puis une unité en haut de l'axe des x . Les coordonnées du point B, puisqu'il se trouve à gauche et sous l'origine, sont (-1, -3). À noter que deux coordonnées sont nécessaires afin de localiser un point dans un plan.



Les points de coordonnées A(2, 1) et B(-1, -3) placés sur un plan cartésien.

Il est aussi possible d'utiliser un système de référence avec les points cardinaux. Par convention, dans un tel système, le nord (N.) est placé en haut, le sud (S.) en bas, l'est (E.) à droite et l'ouest (O.) à gauche.



Pour mieux comprendre l'idée de système de référence, considérons le cas où l'on veut donner la position d'un objet au repos dans un système de coordonnées cartésiennes. Sur la figure 1.1, plusieurs systèmes de référence sont possibles pour décrire la position du livre. Comme origine, on peut utiliser le coin sud-ouest de la pièce à l'intersection du plancher et de deux murs. Dans ce système de référence, le livre est à six mètres à l'est, quatre mètres au nord et deux mètres vers le haut. En termes de coordonnées (x, y, z) , on peut écrire $(6, 4, 2)$. Un observateur qui regarde par la fenêtre choisira un système de référence différent et donnera les coordonnées $(-3, 4, 2)$ s'il choisit comme origine de son système de référence le coin sud-est inférieur de la pièce. Le livre n'a pas changé de place, mais les coordonnées utilisées pour décrire sa position varient selon le système de référence.

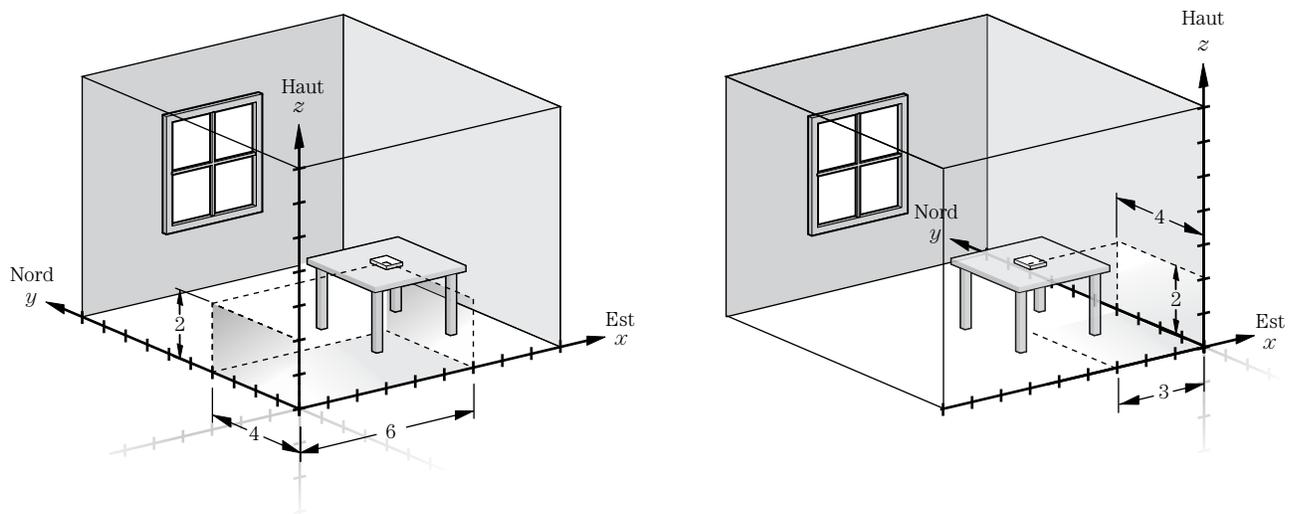


Figure 1.1 Localiser un objet dans une pièce, comme un livre sur une table. a) L'origine du système de référence est dans le coin sud-ouest au bas de la pièce. Les coordonnées du livre sont $(6, 4, 2)$. b) L'origine du système de référence est dans le coin sud-est au bas de la pièce. La position du livre est donnée par $(-3, 4, 2)$.

Il est donc essentiel de préciser le système de référence choisi lorsqu'on donne la position d'un objet ou encore lorsqu'on décrit une trajectoire. En pratique cependant, on omet souvent de mentionner le système de référence lorsqu'il s'agit du sol; il est implicitement considéré puisqu'il n'y a pas d'ambiguïté possible.

Il est important de retenir qu'il n'existe pas de système de référence absolu pour déterminer la position des objets au repos ou en mouvement. La position d'un objet est toujours donnée par rapport à d'autres objets, c'est-à-dire par rapport à un point de repère choisi arbitrairement.

À l'aide des questions qui suivent, vous établirez un système de référence sur la carte fournie par la propriétaire de la ferme. Ce système de référence vous permettra de localiser vos points de départ et d'arrivée, de même que d'illustrer les différents points de chute à desservir.

1.5) À quel endroit de la carte allez-vous placer l'origine de votre système de référence ?

1.6) Comment orienterez-vous les axes de votre système de référence ?

L'orientation des axes du système de référence choisi devrait permettre de simplifier les calculs et la représentation des objets à l'étude.

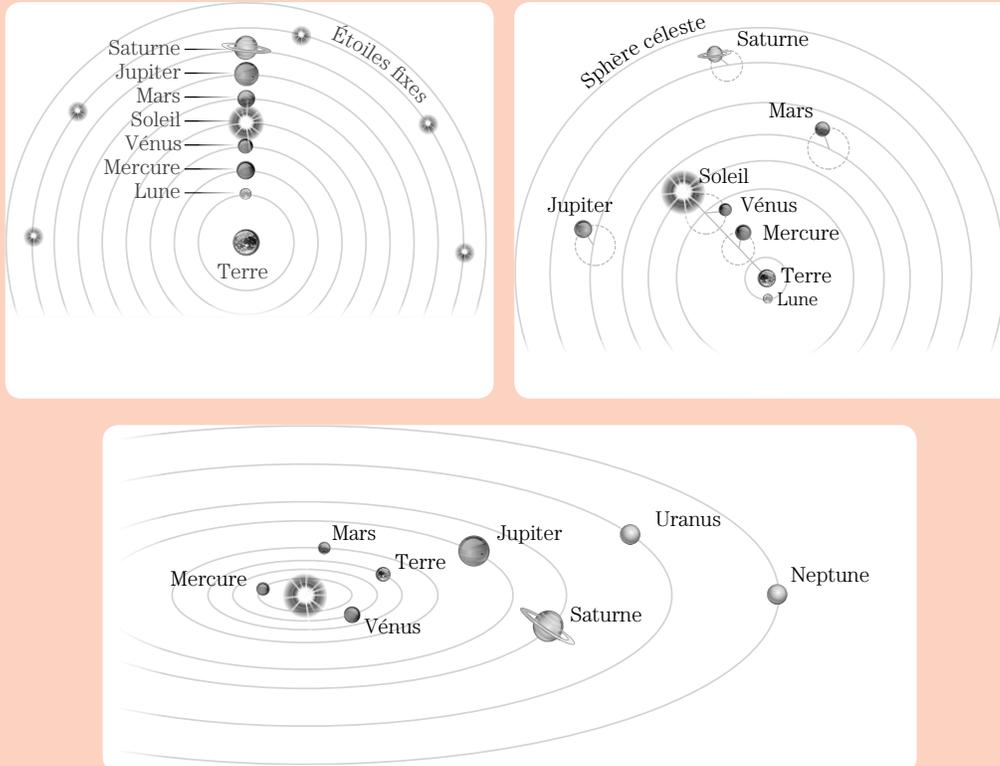
1.7) Quelle échelle de graduation utiliserez-vous sur chacun des axes de votre système de référence ? Utilisez-vous la même échelle sur les deux axes ? N'oubliez pas de mentionner les unités de mesure utilisées.

Tracez maintenant le système de référence que vous venez de décrire sur la carte fournie à la p. 40.



Le saviez-vous?

La façon dont une trajectoire est décrite dépend du point de vue où l'on se place. On sait aujourd'hui que les planètes tournent autour du Soleil en décrivant des trajectoires elliptiques. C'est ce que verrait un observateur situé en dehors du système solaire, perpendiculairement au plan de rotation des planètes autour du Soleil. Bien que cette représentation soit juste, elle ne correspond pas directement à ce qu'on observe de la surface de la Terre. Voyons comment la description du système solaire a évolué au fil du temps.



Le modèle utilisé pour décrire le système solaire a évolué au fil du temps. a) Le modèle géocentrique d'Aristote (4^e siècle av. J.-C.) plaçait la Terre, immobile, au centre de l'univers. b) Par son modèle géocentrique, Ptolémée (1^{er} siècle) tente d'expliquer le mouvement rétrograde des planètes en introduisant un petit mouvement circulaire qui se superpose à l'orbite principale de chaque planète. c) Ce n'est qu'au 15^e siècle que Nicolas Copernic propose un modèle héliocentrique du système solaire où le Soleil est placé au centre. Cette description sera confirmée en 1610 par les observations de Galilée, inventeur de la lunette astronomique.

1.8 Écrivez les coordonnées cartésiennes de votre point de départ et de votre destination finale.

a) Ferme maraîchère (entrée sur la 1^{re} Rue, 100 m à l'est de la 2^e Av. E.) : _____

b) Marché public (entrée au coin du boul. Principal et de la 4^e Av. E.) : _____

- 1.9 À partir des coordonnées cartésiennes de vos points de départ et d'arrivée, calculez la distance les séparant.



Rappel

Il est possible de calculer la distance entre deux points situés sur un plan cartésien à partir de leurs coordonnées respectives.

Soient deux points $A(x_1, y_1)$ et $B(x_2, y_2)$. La distance entre ces deux points est :

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

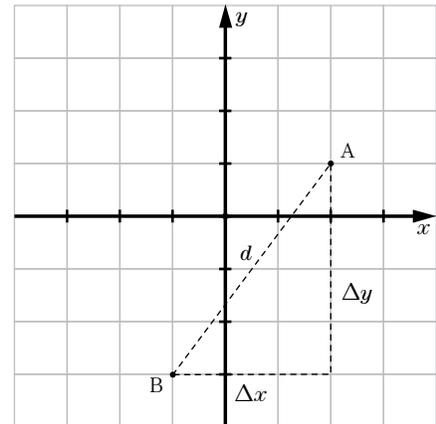
Par exemple, si on a les points $(2, 1)$ et $(-1, -3)$, la distance les séparant est calculée comme suit :

$$d = \sqrt{(-1-2)^2 + (-3-1)^2}$$

$$d = \sqrt{(-3)^2 + (-4)^2} = \sqrt{9+16} = \sqrt{25}$$

$$d = 5$$

La distance est ici exprimée sans unité, puisque les coordonnées des points n'en comportaient pas.



Le calcul de la distance entre deux points du plan cartésien équivaut à calculer la longueur de l'hypoténuse d'un triangle rectangle.

Si vous mesurez la distance entre le point de départ et la destination finale à l'aide d'une règle, obtenez-vous la même valeur que celle calculée ?

En mesurant la distance entre votre point de départ et votre destination finale, vous devriez obtenir une valeur identique à celle calculée à partir des coordonnées de ces points. Il vous faut cependant tenir compte de l'échelle de la carte. En physique, la distance que vous venez de mesurer s'appelle le déplacement.

Le **déplacement** est la distance séparant le point de départ d'un mobile de son point d'arrivée, sans tenir compte de la trajectoire effectivement suivie. On le représente par Δs et son unité est le mètre (m).

Un **mobile** est tout objet ou personne dont on étudie le mouvement.



Le saviez-vous ?

Le Système international d'unités (SI) est fondé sur un choix de sept unités de base bien définies et considérées comme indépendantes. Chacune de ces unités est définie par rapport à des données physiques mesurables. Par exemple, le mètre est défini comme la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299\,792\,458$ de seconde.

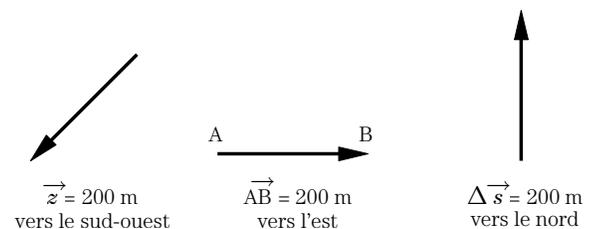
La définition du mètre a cependant évolué au fil de temps. À l'origine, en 1791, le mètre fut défini comme le dix-millionième de la distance pour aller par le plus court chemin d'un pôle à un point donné de l'équateur. En 1799, un mètre-étalon de platine est créé et devient la référence pour les mesures de longueurs.

Quelque 90 ans plus tard, le Bureau international des poids et mesures redéfinit le mètre comme la distance entre deux traits sur une barre d'un alliage de platine et d'iridium. Cette définition s'avéra rapidement inadéquate, les mesures scientifiques nécessitant un degré de précision de plus en plus grand. En 1960, on redéfinit le mètre comme $1\,650\,763,73$ longueurs d'onde d'un rayonnement orangé émis par l'isotope 86 du krypton. C'est finalement en 1983 que la définition actuelle du mètre est adoptée en utilisant la valeur exacte de la vitesse de la lumière.

Lorsqu'il s'agit de déterminer la position finale d'un mobile par rapport à sa position initiale, la longueur du déplacement ne suffit pas. Il faut aussi mentionner dans quelle direction le mouvement s'est effectué. Ainsi, en physique, pour décrire complètement un déplacement, il faut toujours préciser à la fois sa grandeur, c'est-à-dire le nombre de mètres ou de kilomètres, et son orientation (direction et sens).

Lorsqu'on représente un déplacement sur un schéma, on dessine une flèche allant du point de départ, l'origine du vecteur, au point d'arrivée, l'extrémité du vecteur. La longueur de la flèche rend compte de la grandeur du déplacement et la pointe en spécifie le sens.

Dans un texte ou dans une équation, on représente un déplacement par un symbole composé d'une ou de deux lettres et surmonté d'une flèche. Ainsi, selon le cas, on dira qu'on a un déplacement \vec{z} ou un déplacement \overline{AB} . En physique, les déplacements sont le plus souvent représentés par $\Delta\vec{s}$ (prononcé « delta s »).



Échelle : $1\text{ cm} \hat{=} 1\text{ m}$

Figure 1.2 La représentation de déplacements. Trois déplacements de même grandeur, soit 200 m, avec des orientations différentes. Les flèches sont de même longueur, mais elles n'ont pas la même orientation. Remarquez les divers symboles utilisés pour identifier les vecteurs.

Le déplacement est donc considéré comme une quantité vectorielle et représenté par un vecteur, étant donné qu'il s'agit d'une quantité orientée.

Le vecteur **déplacement** représente la trajectoire en ligne droite qu'aurait un mobile, du point de départ au point d'arrivée, sans tenir compte de la trajectoire effectivement suivie. On le symbolise par $\Delta\vec{s}$ et sa grandeur est exprimée en mètres (m).

Par contre, si une quantité physique n'est pas caractérisée par une orientation, comme la distance ou la concentration d'une solution, on dit qu'il s'agit d'une quantité scalaire.

1.10 Sauriez-vous dire, dans la liste suivante, quelles quantités sont des quantités scalaires et lesquelles sont des quantités vectorielles (vecteurs)? Cochez la case appropriée pour chaque quantité.

	QUANTITÉ SCALAIRE	QUANTITÉ VECTORIELLE		QUANTITÉ SCALAIRE	QUANTITÉ VECTORIELLE
La température			Le temps		
La vitesse			La force		
La distance parcourue			La résistance électrique		



Remarque

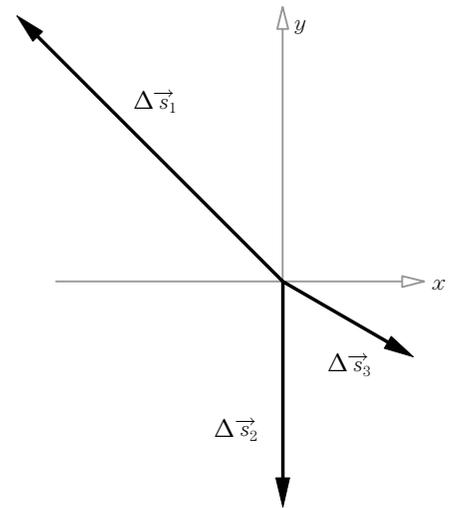
Avant de poursuivre l'activité, consultez l'annexe D à la fin du présent guide pour voir en détails les caractéristiques de cet outil mathématique très utile qu'est le vecteur.

- (1.11) À l'aide de la règle et du rapporteur, mesurez la grandeur et l'orientation des vecteurs de la figure ci-dessous. Complétez la mesure en donnant la description complète des vecteurs.

$$\Delta \vec{s}_1 = \underline{\hspace{15cm}}$$

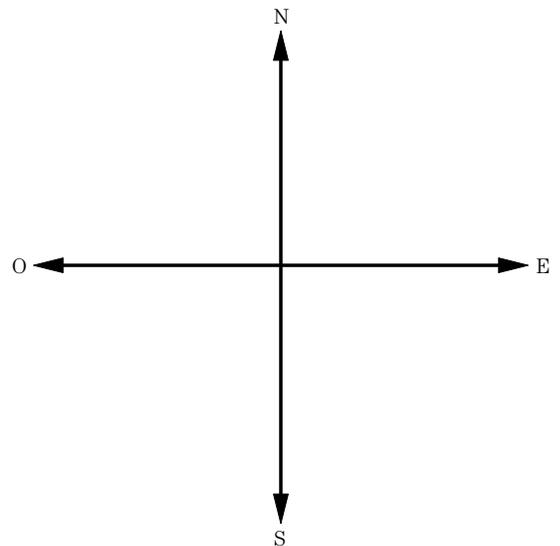
$$\Delta \vec{s}_2 = \underline{\hspace{15cm}}$$

$$\Delta \vec{s}_3 = \underline{\hspace{15cm}}$$

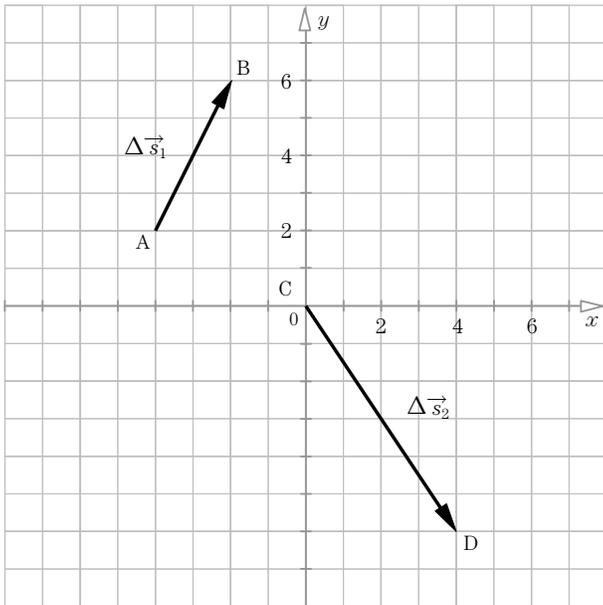


- (1.12) Tracez, sur le plan, les vecteurs suivants à l'échelle $1 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ km}$.

VECTEUR	DESCRIPTION
$\Delta \vec{s}_1$	30 km à 75° au nord de l'ouest
$\Delta \vec{s}_2$	17 km à 27° au nord de l'est
$\Delta \vec{s}_3$	40 km au sud-ouest
$\Delta \vec{s}_4$	38 km à 70° au sud de l'ouest



1.13) Donnez une description complète des déplacements $\Delta\vec{s}_1$ et $\Delta\vec{s}_2$ illustrés ci-dessous en suivant les étapes indiquées. Considérez que chaque unité vaut 1 m. Attention aux signes dans les calculs.



Coordonnées des points : A(____, ____);
 B(____, ____); C(____, ____); D(____, ____).

a) Grandeur du vecteur $\Delta\vec{s}_1$: _____

Orientation de $\Delta\vec{s}_1$: _____

$\Delta\vec{s}_1 =$ _____

b) Grandeur du vecteur $\Delta\vec{s}_2$: _____

Orientation de $\Delta\vec{s}_2$: _____

$\Delta\vec{s}_2 =$ _____

1.14) Décrivez les vecteurs de l'exercice précédent à l'aide de leurs composantes selon les axes des x et des y .

$\Delta\vec{s}_1 =$ _____ $\Delta\vec{s}_2 =$ _____

1.15) Sur la carte de la p. 22, tracez le vecteur représentant votre déplacement entre la ferme et le marché. Exprimez ce déplacement selon les deux méthodes expliquées dans l'annexe D, soit à l'aide de sa grandeur et de son orientation, et à l'aide de ses composantes selon les axes de votre système de référence.

Bien que le déplacement représente le mouvement global que vous devrez effectuer, en situant votre position finale par rapport à votre position initiale, il ne tient pas compte du trajet que vous emprunterez.

... en passant par le point C

Puisque vous devez livrer des paniers de légumes biologiques à différents points de chute avant de vous rendre au marché, la propriétaire de la ferme maraîchère vous fournit la liste des points de chute à desservir. Elle se trouve dans le tableau suivant.

L'EMPLACEMENT DES POINTS DE CHUTE À DESSERVIR.

POINTS DE CHUTE	EMPLACEMENT	COORDONNÉES
Boutik Écologik	Au coin de la Rue du Bois et de la 2 ^e Av. O.	
Animalerie Bochat	Au coin de la 1 ^{re} Av. et de la 8 ^e Rue	
Quincaillerie Marteau	Sur le Boul. Principal, 100 m à l'ouest de l'Av. de la Rivière	

- 1.16 Placez les points de chute sur la carte fournie précédemment et indiquez, dans le tableau ci-dessus, leurs coordonnées d'après le système de référence que vous avez établi.
- 1.17 Parmi ces points de chute, lequel est le plus près de votre point de départ ? À quelle distance se trouve-t-il de la ferme ?
- 1.18 Vous êtes au volant de votre véhicule de livraison. Décrivez dans vos propres mots, le trajet le plus court entre la ferme et le point de chute le plus près. N'oubliez pas de respecter la signalisation routière.
- 1.19 Décrivez maintenant ce même trajet en le décomposant en une suite de vecteurs déplacement.
- 1.20 Additionnez la grandeur de chacun de ces vecteurs.

En additionnant la grandeur de chacun des vecteurs déplacement, vous obtenez la distance totale que vous devrez parcourir entre la ferme maraîchère et le point de chute le plus près. Cette distance tient donc compte de la trajectoire empruntée. Il s'agit de la distance parcourue.

La **trajectoire** d'un mobile est la représentation de sa position dans l'espace et dans le temps. Il s'agit donc de l'ensemble des points occupés successivement par un corps en mouvement.

La **distance parcourue** est la longueur de la trajectoire suivie par un mobile pour aller d'un point à un autre. On la représente par d et on l'exprime en mètres (m) ou dans des unités dérivées (p. ex. le centimètre (cm) ou le kilomètre (km)).

- 1.21 Sur la carte fournie à la p. 22, tracez le déplacement effectué entre votre point de départ et le point de chute le plus près et écrivez-en l'expression mathématique.

Comment expliquez-vous que la grandeur de ce déplacement soit différente de la distance effectivement parcourue ?

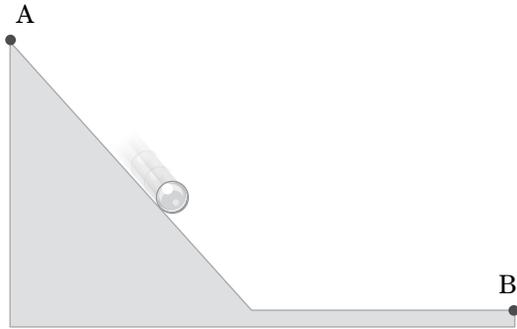
Puisque la trajectoire que vous emprunterez n'est pas une ligne droite entre la ferme et le point de chute, la distance entre ces deux points ne correspond pas à la distance parcourue.

Lorsqu'on parle d'un objet en mouvement, on distingue donc son déplacement de la distance parcourue. L'exercice suivant vous aidera à mieux distinguer ces notions.

Pour en savoir plus sur l'addition vectorielle, consultez l'annexe E à la fin du guide.

1.22) Pour chacune des figures suivantes, calculez la distance parcourue ainsi que la grandeur du déplacement entre les points A et B.

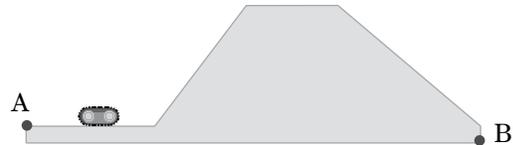
a)



La balle va de A jusqu'à B.

Échelle 1 : 100

b)



Le mobile se déplace de A vers B.

0 100 m

Distance parcourue :

Grandeur du déplacement :

Distance parcourue :

Grandeur du déplacement :

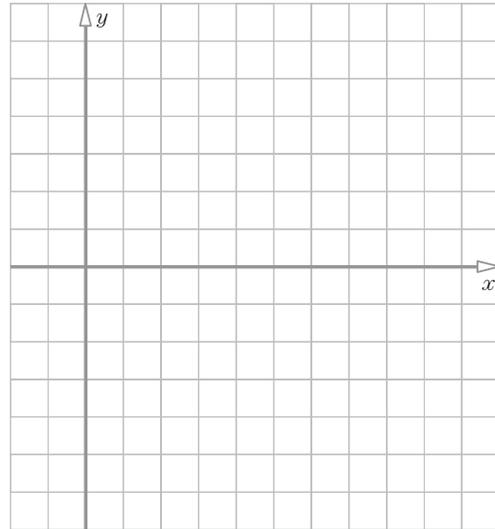
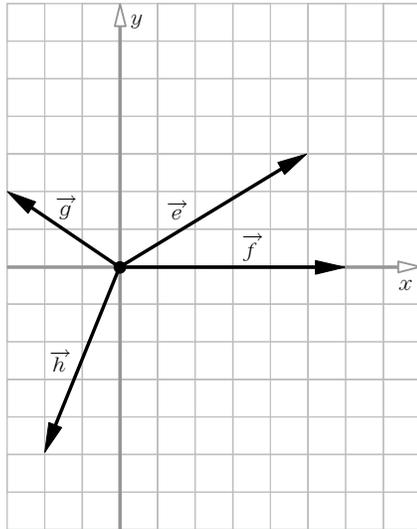
Revenons à votre trajet de livraison. Croyez-vous qu'il soit possible d'obtenir le déplacement entre votre point de départ et le premier point de chute à partir des vecteurs décrivant la trajectoire empruntée entre ces deux points ? Si oui, comment ?

Si la trajectoire entre deux points est décrite à l'aide d'une série de vecteurs déplacement, il est possible d'obtenir l'expression du déplacement résultant entre ces deux points, qu'on nomme résultante, en effectuant une addition vectorielle.

Pour en savoir plus sur l'addition vectorielle, consultez l'annexe E à la fin du guide.

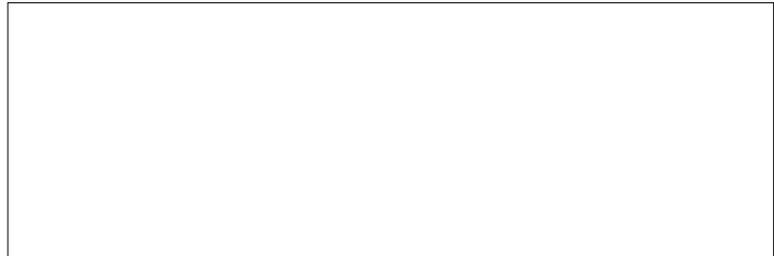
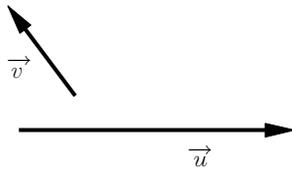
- 1.23) Trouvez la résultante des vecteurs suivants par la méthode du polygone. Indiquez sa grandeur en centimètres et son orientation par rapport au sens positif de l'axe des x . Faites l'addition dans l'ordre suivant :

$$\vec{r} = \vec{e} + \vec{f} + \vec{g} + \vec{h}$$

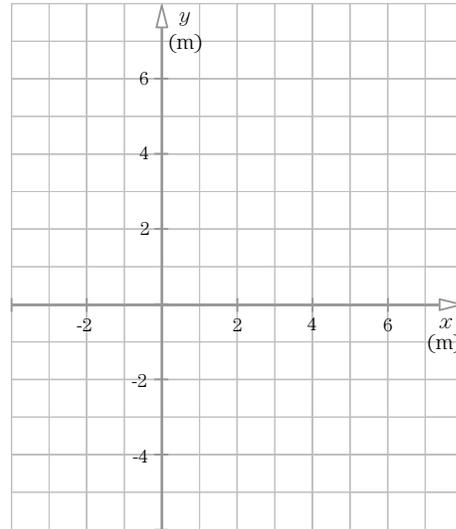
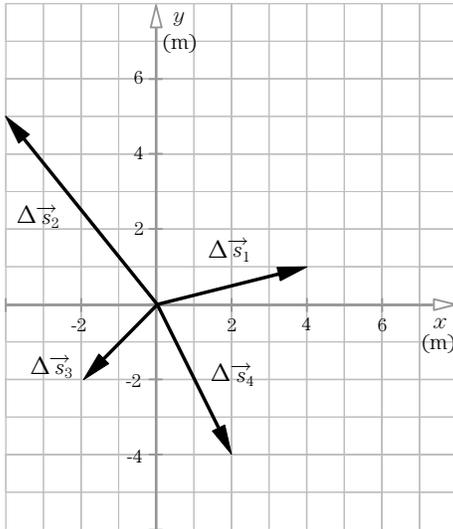


$\vec{r} =$ _____

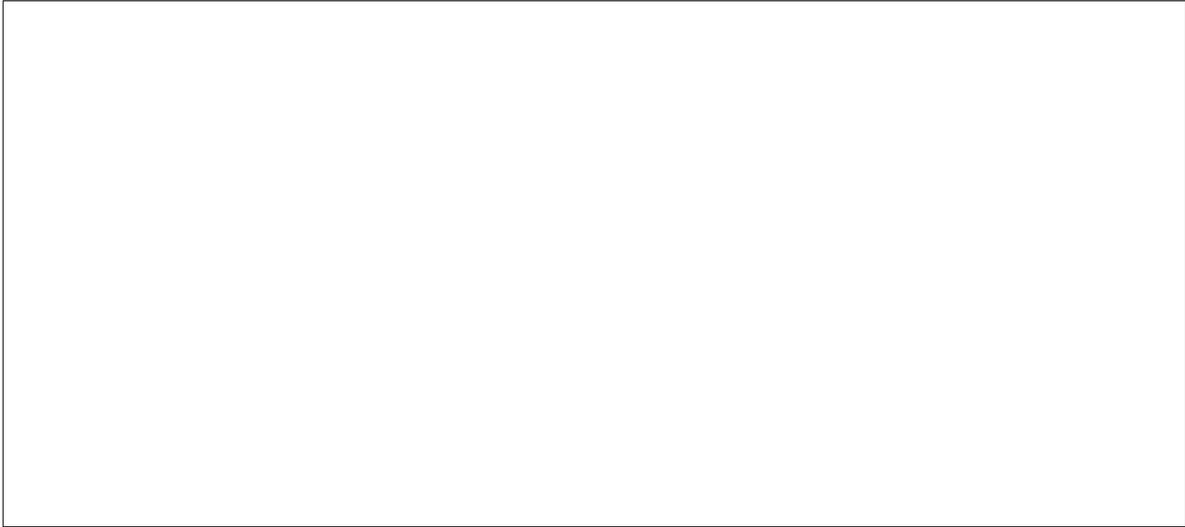
- 1.24) Utilisez la méthode du parallélogramme pour additionner les deux vecteurs suivants afin d'obtenir la résultante \vec{r} .



- 1.25) En utilisant la méthode des composantes, trouvez la résultante des vecteurs $\Delta\vec{s}_1$, $\Delta\vec{s}_2$, $\Delta\vec{s}_3$ et $\Delta\vec{s}_4$. Tracez, sur le deuxième graphique, la résultante $\Delta\vec{s}_r$ et donnez-en l'expression mathématique.



- 1.26) À l'aide de la méthode de votre choix, faites l'addition des déplacements qui ont servi à décrire votre trajectoire entre la ferme et le point de chute le plus près.



Obtenez-vous le même résultat qu'à l'exercice 1.21 ?

Résumez, en vos propres mots, la différence entre le déplacement et la distance parcourue.

Le déplacement, en tant que vecteur, décrit un mouvement en ne considérant que la position finale du mobile par rapport à sa position initiale, sans tenir compte de sa trajectoire. La distance parcourue, une quantité scalaire, est la longueur de la trajectoire complète empruntée par le mobile.

Expliquez comment un déplacement peut être nul alors que la distance parcourue ne l'est pas.

Un déplacement nul signifie que la trajectoire du mobile le ramène à son point de départ après avoir parcouru une certaine distance. Puisque la position finale du mobile se confond avec sa position initiale, le vecteur déplacement résultant est de grandeur nulle.

Mon trajet

La carte que vous a remise la propriétaire de la ferme maraîchère pour laquelle vous travaillez se trouve à la page suivante. Vous devriez y trouver les éléments suivants :

- la position de la ferme maraîchère (votre point de départ);
- la position du marché public (votre destination);
- un système de référence;
- la position des points de chute à desservir;
- le trajet entre la ferme et le point de chute le plus près.

De plus, vous y avez tracé le déplacement entre la ferme et le marché, de même qu'entre la ferme et le point de chute le plus près.



Rappel de la tâche

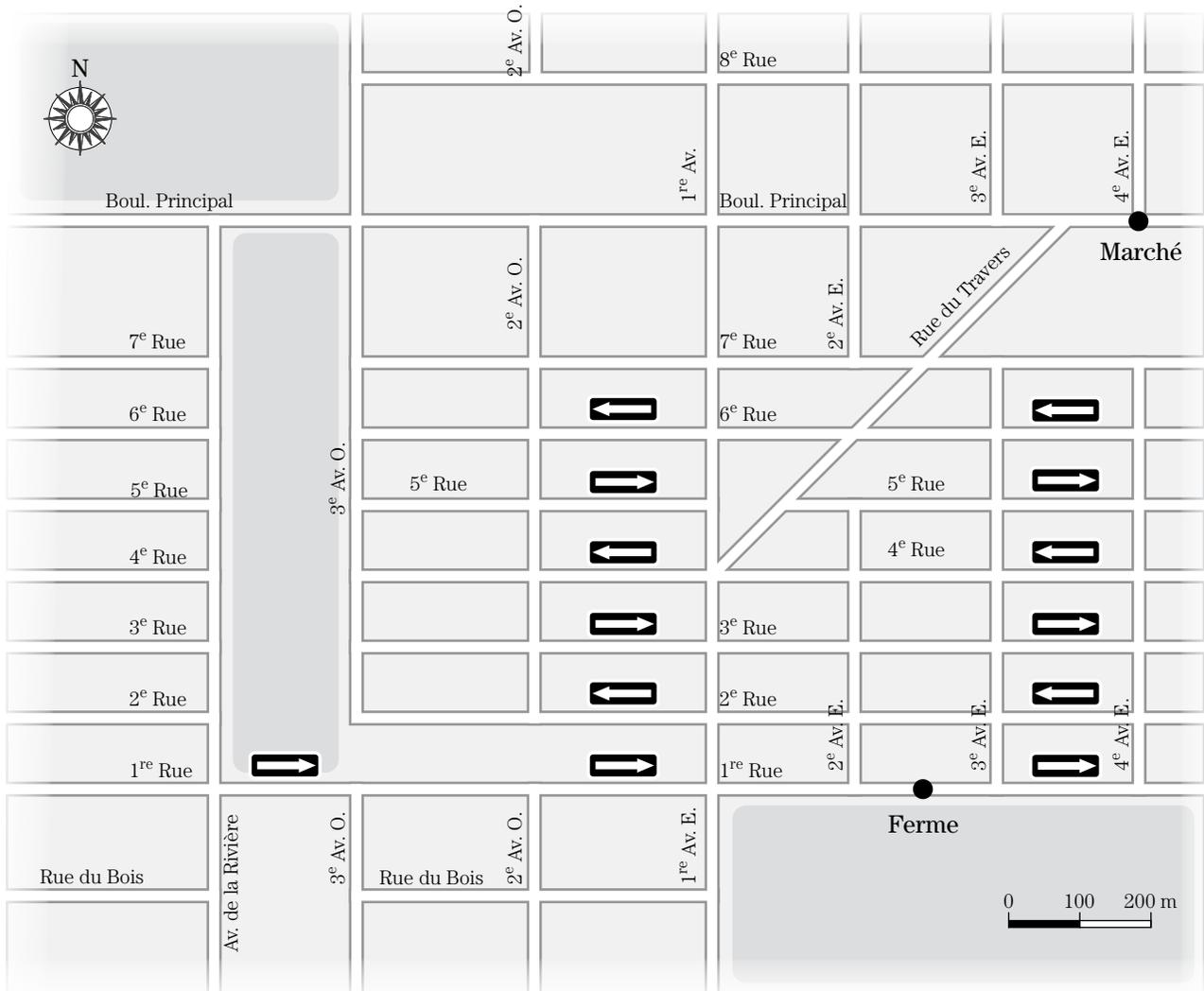
Vous devrez appliquer les concepts de distance parcourue et de déplacement afin de choisir le trajet de livraison optimal permettant de réduire les émissions polluantes d'un livreur de paniers de légumes biologiques.

Afin d'accomplir cette tâche, vous devrez :

- dessiner les vecteurs représentant votre trajectoire;
- décrire votre trajectoire en donnant l'expression mathématique de chacun des vecteurs dessinés;
- calculer la distance totale parcourue.

Dans le choix de votre trajet, vous devrez bien sûr tenir compte de la signalisation routière.

La carte

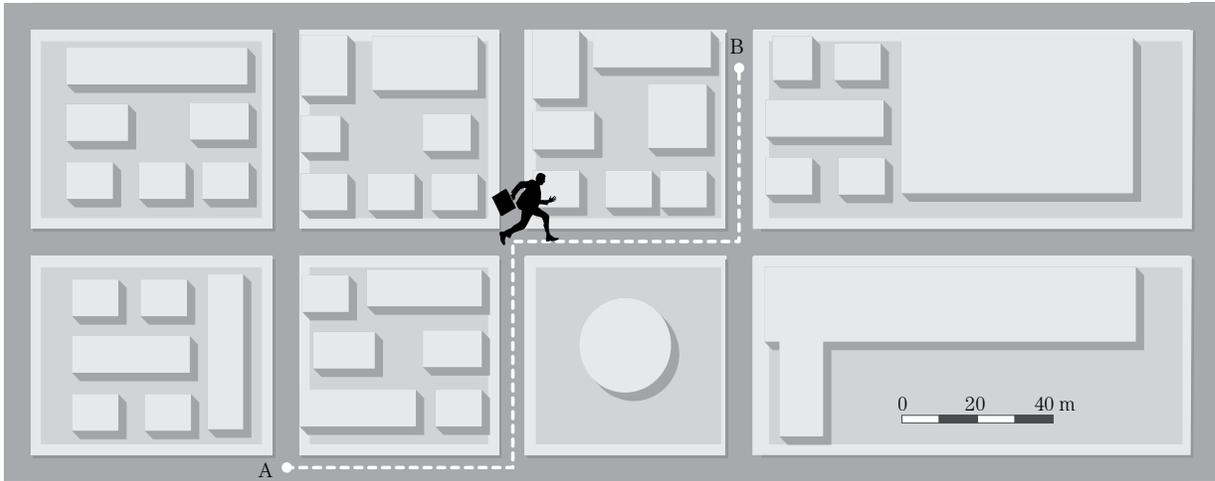


Les vecteurs

La distance totale parcourue

Exercices de l'activité 1.1

- 1.27 La figure suivante montre la trajectoire d'un piéton se rendant d'un point A à un point B au moyen des rues de la ville.



- a) En vous servant de l'échelle, calculez la distance parcourue par le piéton.

- b) Tracez un segment de droite entre A et B, indiquez-en le sens et calculez la grandeur du déplacement du piéton.

- c) Comparez les réponses en a) et b). Quelle longueur est la plus courte ?

- d) Quelle conclusion tirez-vous ?

- e) Dans quel cas la grandeur du déplacement serait-elle égale à la distance parcourue ?

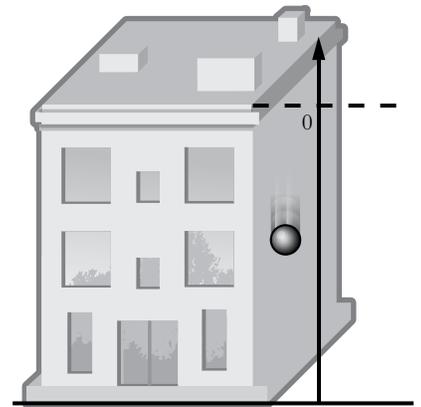
f) Ce cas est-il réalisable pour le piéton ? Expliquez.

1.28) Le piéton de l'exercice précédent s'est rendu d'un point A à un point B distinct du premier. Mais il aurait très bien pu partir de A, de chez lui par exemple, faire un tour dans son quartier et rentrer à la maison, au point A. Pour cette nouvelle trajectoire, les points de départ et d'arrivée sont confondus en A.

a) Dans ce cas, quel aurait été le déplacement du piéton ?

b) Que peut-on dire de la distance parcourue ?

1.29) On laisse tomber un ballon du haut d'un édifice de 12 m comme le montre la figure suivante. Tel qu'illustré, le sommet de l'édifice correspond à l'origine de l'axe et la flèche montre que le sens positif est vers le haut. Dans ce système de référence, quelle est la position du ballon lorsqu'il touche le sol ?



1.30) En cochant, dites si les quantités suivantes sont des quantités vectorielles ou scalaires.

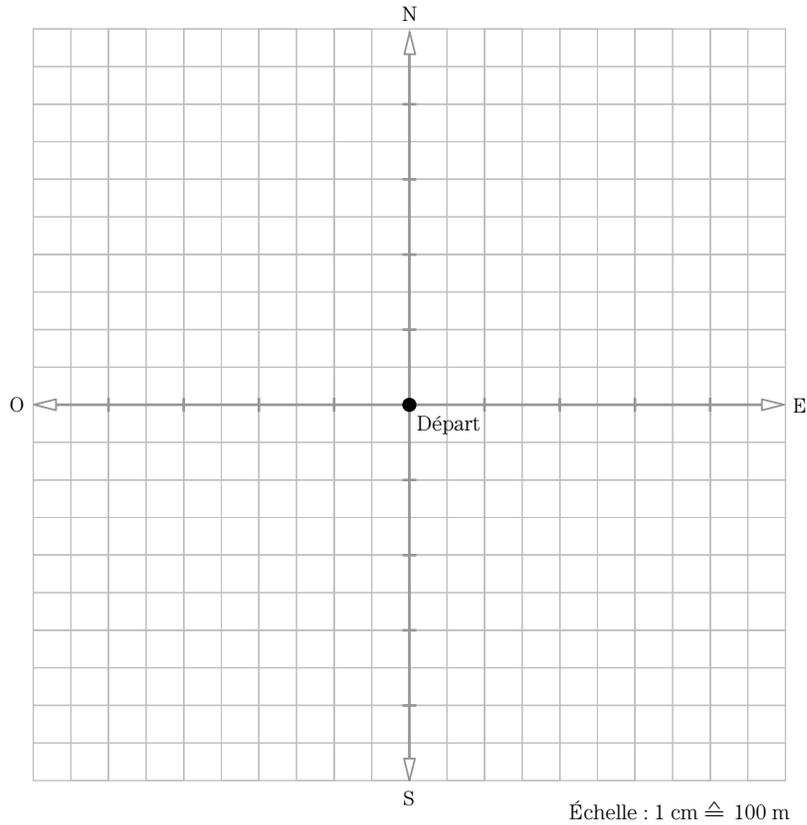
	QUANTITÉ VECTORIELLE	QUANTITÉ SCALAIRE
L'intensité du courant électrique		
La force d'attraction terrestre		
Le degré d'humidité		
La hauteur d'un immeuble		

1.31) Un projectile se déplace de 3,5 km vers le sud-ouest. Pouvez-vous dire où ce projectile a atterri ? Expliquez pourquoi.

1.32) Une navette fluviale navigue en parcourant les trois étapes suivantes :

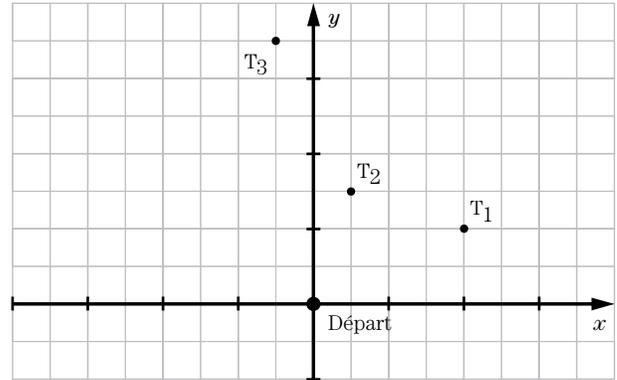
- 1^{re} étape : partant de l'origine, elle longe le fleuve en faisant 600 m vers le nord-est ($\Delta\vec{s}_1$).
- 2^e étape : elle traverse le fleuve en navigant 300 m vers l'ouest ($\Delta\vec{s}_2$).
- 3^e étape : elle longe de nouveau le fleuve en parcourant 800 m vers le sud-ouest ($\Delta\vec{s}_3$).

a) Sur le plan suivant, tracez bout à bout les vecteurs déplacement pour chacune des étapes du trajet de la navette, ainsi que le déplacement résultant ($\Delta\vec{s}_r$) de ces trois étapes. Utilisez une échelle de $1 \text{ cm} \triangleq 100 \text{ m}$.



b) Donnez la grandeur et l'orientation de la résultante.

- 1.33 On a indiqué, dans le plan cartésien ci-contre, les positions successives des trois premiers trous d'un terrain de golf. L'origine coïncide avec le point de départ. L'échelle du plan est de 50 m pour chaque unité.

Échelle : 1 cm $\hat{=}$ 100 m

- a) Donnez les coordonnées de chacun des trous.

- b) Sur le plan cartésien, tracez les trois vecteurs déplacement d'un joueur ainsi que la résultante des trois déplacements.

- 1.34 Trouvez, en utilisant la méthode du polygone, la résultante des déplacements suivants. Chaque vecteur doit être bien identifié sur la figure.

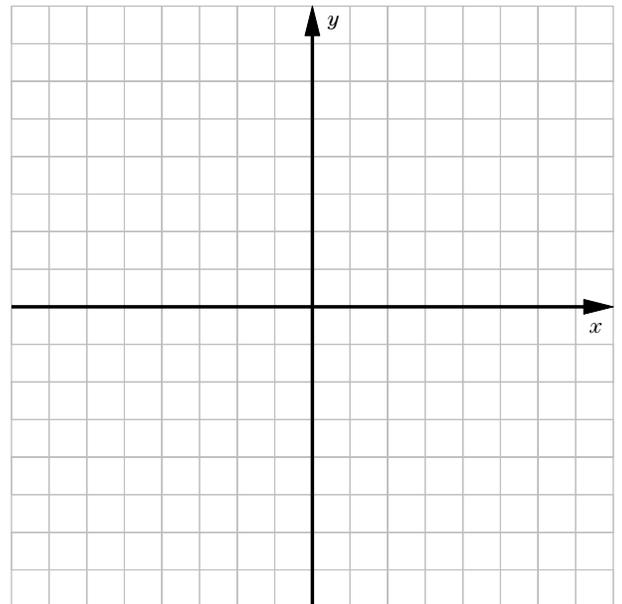
$$\Delta \vec{s}_1 = 4,2 \text{ cm à } 45^\circ$$

$$\Delta \vec{s}_2 = 2,2 \text{ cm à } 270^\circ$$

$$\Delta \vec{s}_3 = 6 \text{ cm à } 180^\circ$$

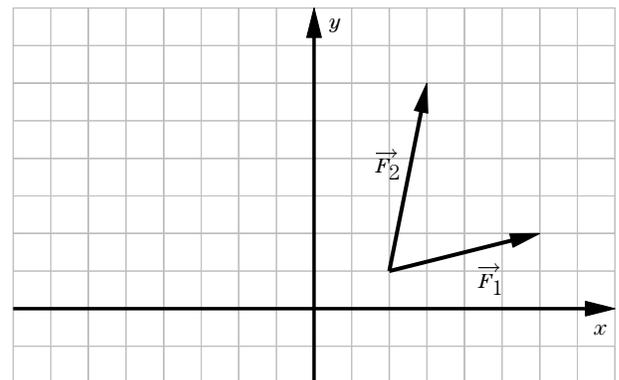
$$\Delta \vec{s}_4 = 5 \text{ cm à } -60^\circ$$

$$\Delta \vec{s}_r = \underline{\hspace{10cm}}$$



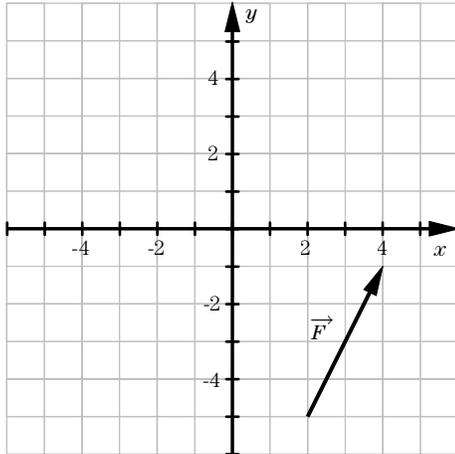
- 1.35 La figure ci-contre montre deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 agissant sur un objet. Utilisez la méthode de votre choix pour trouver la résultante \vec{F}_r de ces deux forces. Chaque unité représente 1 newton (N), le newton étant l'unité de force généralement utilisée en physique.

$$\vec{F}_r = \underline{\hspace{10cm}}$$

Échelle : 1 cm $\hat{=}$ 2 N

1.36) Trouver les composantes horizontale et verticale des vecteurs suivants.

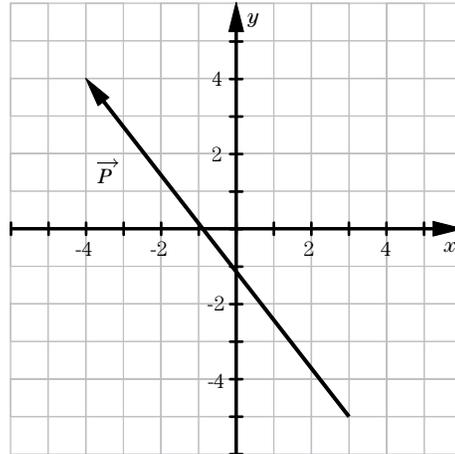
a)



$F_x =$ _____

$F_y =$ _____

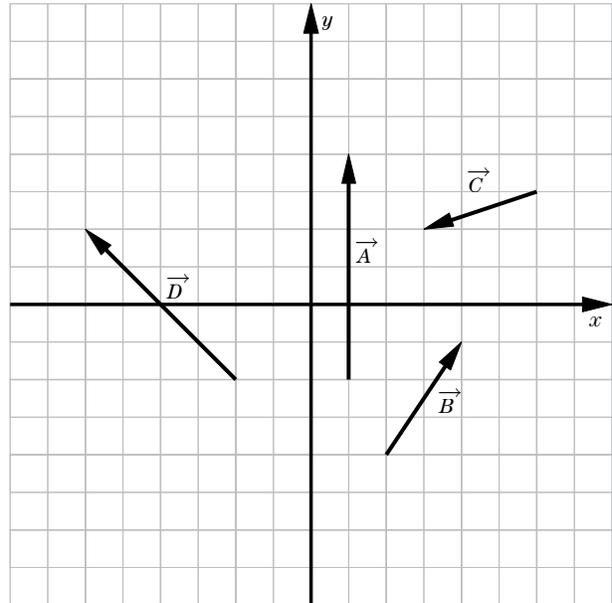
b)



$F_x =$ _____

$F_y =$ _____

1.37) Trouvez les composantes R_x et R_y de la résultante des vecteurs \vec{A} , \vec{B} , \vec{C} et \vec{D} de la figure suivante. Trouvez aussi la grandeur du vecteur résultant.



Retour sur l'activité

Au cours de cette activité, vous avez appris l'importance de choisir un bon système de référence afin de localiser un objet ou pour décrire sa trajectoire. Vous pouvez maintenant donner les coordonnées de cet objet dans le plan cartésien.

Vous avez aussi utilisé l'outil mathématique qu'est le vecteur en représentant des déplacements dans le plan. Vous avez d'ailleurs fait la distinction entre le déplacement, une quantité vectorielle caractérisée par une grandeur et une orientation, et la distance parcourue, une quantité scalaire. Enfin, après avoir décrit une trajectoire en une suite de vecteurs déplacement, vous avez appris comment obtenir le déplacement résultant grâce à l'addition vectorielle.

À l'activité 1.2, vous utiliserez le concept de déplacement pour mesurer la vitesse d'un mobile en mouvement rectiligne uniforme. Vous aurez alors à établir un système de référence afin d'effectuer vos mesures.



Activité 1.2 La machine à boule



Buts

- Mesurer expérimentalement la vitesse d'un objet en mouvement rectiligne uniforme.
- Analyser graphiquement le mouvement d'un objet en mouvement rectiligne uniforme.

Dans l'activité précédente, vous avez étudié le mouvement de certains mobiles dans le plan, c'est-à-dire en deux dimensions. Dans la plupart des cas, la trajectoire du mobile pouvait être décomposée en une suite de mouvements rectilignes. C'est par exemple ce qui se passe dans une machine à boule. Au premier abord, la boule semble décrire une trajectoire complètement folle. Mais en y regardant de plus près, on constate que la boule se déplace en ligne droite entre deux collisions.

Les mouvements rectilignes feront l'objet de la présente activité et de la suivante.

En plus de la forme de la trajectoire du mobile, on peut caractériser un mouvement en considérant sa vitesse. La vitesse du mobile varie-t-elle ou non? Dans le second cas, on est en présence d'un mouvement rectiligne uniforme (MRU).

Un **mouvement rectiligne uniforme (MRU)** est un mouvement s'effectuant en ligne droite à vitesse constante.

La conceptrice d'une nouvelle machine à boule fait appel à vos services afin de vérifier que l'appareil rencontre certaines spécifications. Il est prévu que l'utilisateur de la machine introduise manuellement la boule dans le lanceur, afin que la boule entre dans l'aire de jeu à vitesse constante.



© GTibbets/Shutterstock.com



Votre tâche

- Vous devrez vérifier que la boule est en mouvement rectiligne uniforme à la sortie du lanceur et mesurer sa vitesse.

Pour réaliser cette activité, référez-vous au cahier d'activités expérimentales qui accompagne le guide d'apprentissage. Lorsque votre activité sera complétée, venez répondre aux questions de la page suivante.

1.38) Qu'est-ce qui caractérise un mouvement rectiligne uniforme ?

1.39) Quelle est la formule donnant la vitesse d'un mobile en MRU ? Définissez les variables utilisées.

1.40) Comment peut-on obtenir la vitesse d'un mobile en MRU à partir de son graphique position-temps ?

Dans le cadre d'une activité expérimentale, vous avez tracé le graphique position-temps d'une boule roulant sur une surface horizontale. En calculant la pente de la droite ainsi obtenue, vous avez trouvé la vitesse de la boule. L'activité 1.3 approfondira l'analyse graphique du mouvement rectiligne uniforme. À partir des calculs de la pente d'une droite et de l'aire sous la courbe, vous déduirez les équations permettant de décrire le mouvement d'un mobile en MRU.



Activité 1.3 Les équations du MRU



But

- Établir les équations du mouvement rectiligne uniforme (position-temps, vitesse-temps, accélération-temps) et les mettre en application.

La modélisation est l'une des techniques que la science utilise afin de représenter une situation ou un phénomène. Un modèle peut prendre des formes variées, comme un schéma, un graphique ou une formule. En cinématique, par exemple, on établit les équations du mouvement. Ces formules mathématiques permettent de décrire comment diverses variables concernant le mouvement d'un mobile progressent dans le temps, que ce soit la position, la vitesse ou l'accélération.

Dans ce qui suit, vous serez amené à découvrir les équations du mouvement rectiligne uniforme à partir d'une analyse graphique du mouvement d'un train se déplaçant en ligne droite.

Une analyse graphique du MRU : le graphique position-temps

Un train roule sur une voie rectiligne; la position du train à différents instants est consignée dans le tableau ci-dessous.

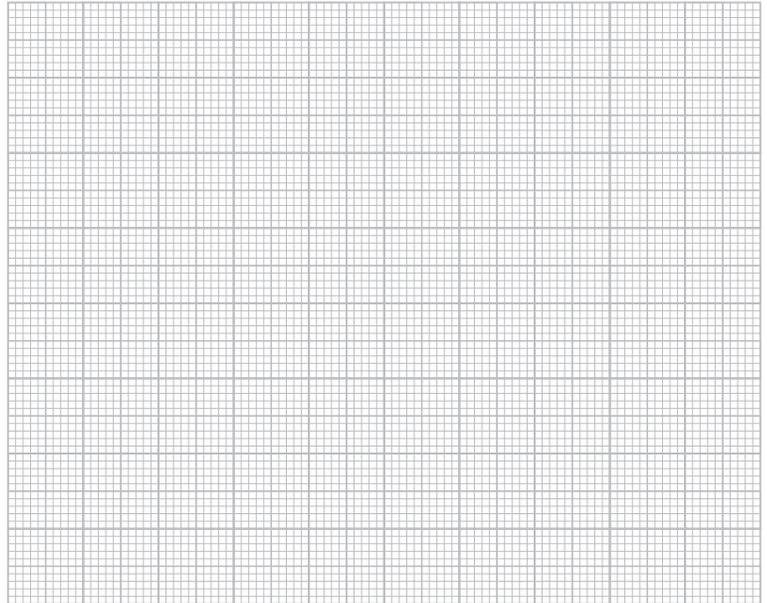
TABLEAU 1.1 – LA POSITION DU TRAIN EN FONCTION DU TEMPS.

TEMPS (s)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
POSITION (m)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150

- 1.41 Tracez le graphique position-temps pour représenter le mouvement du train. Procédez en suivant les étapes décrites à l'activité expérimentale 1.2. N'oubliez pas de donner un titre au graphique et d'en nommer les axes.

TITRE : _____

Décrivez l'allure du graphique obtenu.



Le graphique position-temps du train donne une droite ascendante passant par l'origine.

- 1.42 Calculez la pente de la droite. N'oubliez pas d'inscrire les unités de mesure des différentes valeurs utilisées.

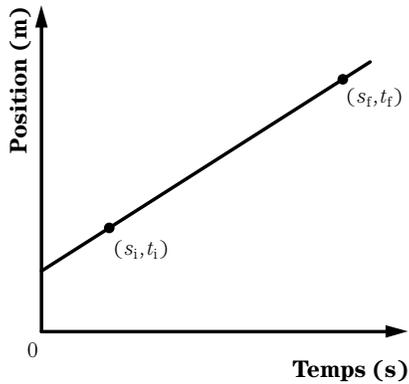
- 1.43 Quelles sont les unités de mesure obtenues à la question précédente ?

À la lumière de cette information, à quoi la pente de la droite du graphique position-temps d'un MRU correspond-elle ?

La pente de la droite du graphique position-temps d'un mobile en MRU correspond à sa vitesse. Lorsque la position est donnée en mètres (m) et le temps en secondes (s), la vitesse s'exprime en m/s.

Vous allez maintenant écrire la première équation du mouvement rectiligne uniforme, soit celle de la vitesse en fonction du temps.

GRAPHIQUE 1.1 – LA POSITION EN FONCTION DU TEMPS D’UN MOBILE EN MRU.



Considérez le graphique position-temps ci-contre. Utilisez les points (s_i, t_i) et (s_f, t_f) afin de calculer la pente de la droite, correspondant à la vitesse v du mobile.

La pente de la droite se calcule comme suit :

$$v = \frac{s_f - s_i}{t_f - t_i}$$

On obtient donc le quotient d’une variation de position par un intervalle de temps. Plus simplement, on peut donc écrire :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Comment la pente de la droite du graphique position-temps d’un mobile en mouvement rectiligne uniforme varie-t-elle ?

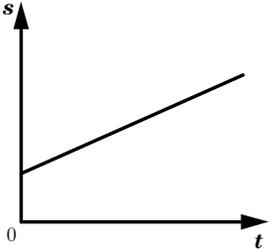
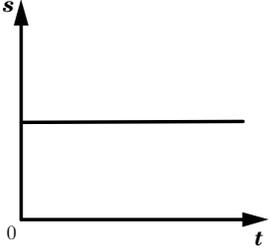
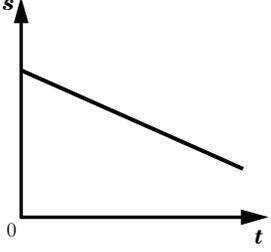
Puisque la courbe du graphique position-temps d’un mobile en MRU est une droite, sa pente est constante, elle ne varie pas. Il en va par conséquent de même pour sa vitesse.

L’équation de la vitesse d’un mobile en MRU en fonction du temps s’écrit donc ainsi :

$$v(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{constante}$$

où $v(t)$ est la vitesse en fonction du temps en mètres par seconde (m/s),
 Δs , la variation de position en mètres (m)
 et Δt , l’intervalle de temps en secondes (s).

- 1.44 Pour chacun des graphiques position-temps ci-dessous, décrivez le mouvement du mobile en termes de vitesse et de direction du mouvement. On considère que le sens positif du système de référence pointe vers la droite.

GRAPHIQUE	DESCRIPTION DU MOUVEMENT
	
	
	

Vous pouvez constater que le signe qu'on donne à la vitesse porte une information concernant le sens du déplacement du mobile par rapport au système de référence choisi. On peut donc considérer la vitesse comme une quantité orientée, c'est-à-dire une quantité vectorielle.

Quelle quantité vectorielle représente une variation de position?

Le vecteur déplacement représente une variation de position. Il est alors possible d'écrire la première équation du mouvement rectiligne uniforme sous une forme vectorielle.

$$\vec{v}(t) = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

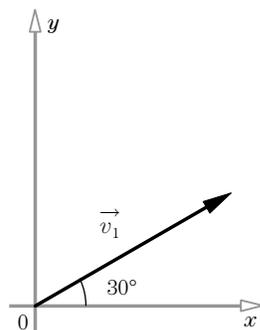
où $\vec{v}(t)$ est le vecteur vitesse en fonction du temps en mètres par seconde (m/s),
 $\Delta \vec{s}$, le vecteur déplacement en mètres (m)
 et Δt , l'intervalle de temps en secondes (s).

Puisque la vitesse est directement proportionnelle au déplacement, on peut en déduire que le vecteur vitesse est de même orientation que le vecteur déplacement. Le vecteur vitesse est symbolisé par \vec{v} ; il désigne à la fois la grandeur de la vitesse, exprimée en mètres par seconde ou en kilomètres par heure, et l'orientation du mouvement. Par exemple, on dira qu'une voiture roule à 110 km/h vers le nord ou qu'un objet se déplace à 10 m/s, à 15° par rapport à l'axe des x . Le choix du système de référence dépend du contexte étudié.

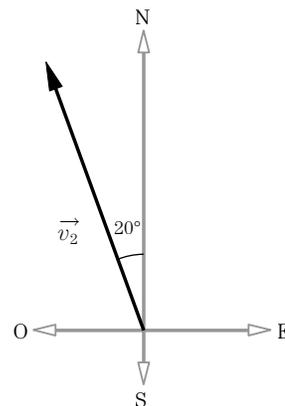
Pour illustrer cela, considérons les vecteurs suivants \vec{v}_1 et \vec{v}_2 . Quelle serait la représentation graphique de chaque vecteur si on a :

$$\vec{v}_1 = 30 \text{ m/s à } 30^\circ \text{ par rapport à l'axe des } x;$$

$$\vec{v}_2 = 75 \text{ km/h à } 20^\circ \text{ à l'ouest du nord.}$$



Échelle : 1 cm $\hat{=}$ 10 m/s

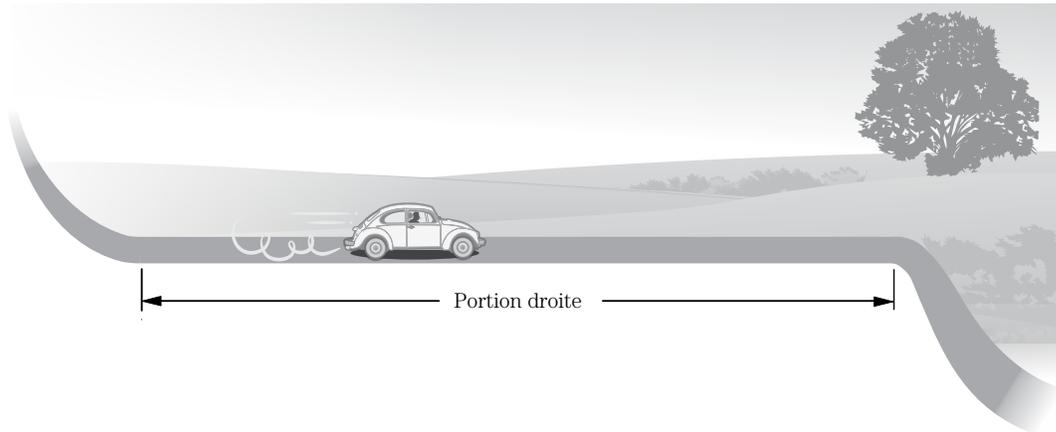


Échelle : 1 cm $\hat{=}$ 20 km/h

Figure 1.3 La représentation graphique de deux vecteurs vitesse. Le vecteur vitesse est représenté par une flèche dont l'origine correspond à celle du système de référence. En pratique, ce point se situe à la position du mobile au moment où on a mesuré la vitesse. a) Le vecteur \vec{v}_1 dans un plan cartésien (plan xy). b) Le vecteur \vec{v}_2 dans un repère cardinal ou repère géographique.

Rappelons qu'on distingue un vecteur (\vec{v}) de sa grandeur (v) à l'aide de la flèche placée au-dessus du symbole. Quant aux indices 1 et 2, ils permettent de différencier les deux vecteurs.

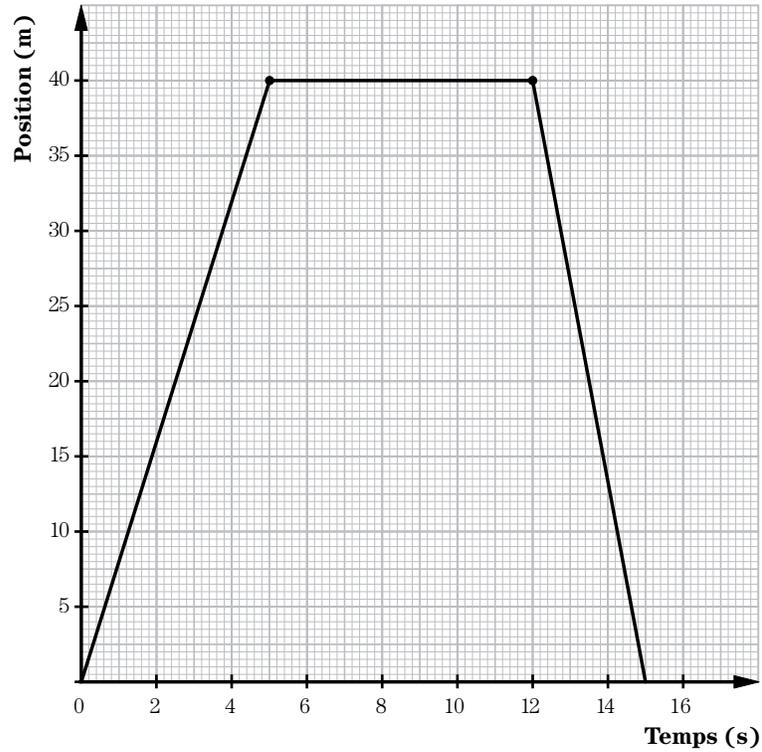
- 1.45) Un véhicule circule sur une route de campagne, tel qu'illustré ci-dessous. La portion droite mesure 500 m et la voiture la parcourt en 22,5 s.



- a) Complétez le schéma ci-dessus en faisant correspondre l'axe des x avec l'axe de la route; illustrez les positions initiale et finale (s_1 et s_2) et dessinez le vecteur déplacement.
- b) Décrivez le vecteur déplacement et le vecteur vitesse du véhicule.

- 1.46) Le graphique suivant représente la position d'un mobile en fonction du temps. En vous servant de la pente, calculez la vitesse de ce mobile durant les intervalles de temps indiqués.

LA POSITION D'UN MOBILE EN FONCTION DU TEMPS.



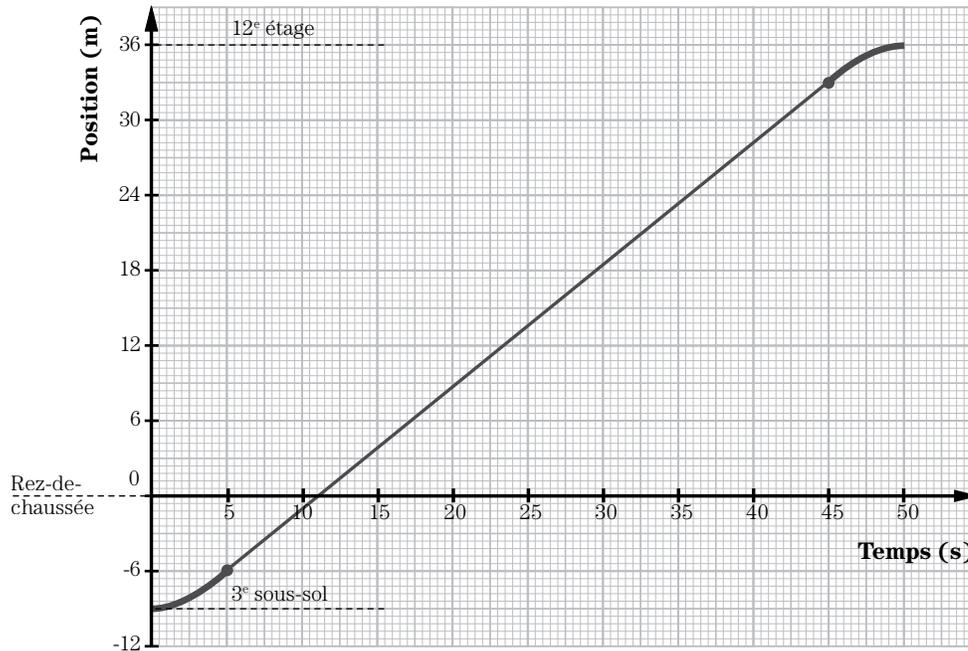
- a) De 0 à 5,0 s.

- b) De 5,0 à 12,0 s.

- c) De 12,0 à 15,0 s.

- 1.47) Le graphique suivant représente la position d'un ascenseur montant sans arrêt du 3^e sous-sol au 12^e étage. Chaque étage a une hauteur de 3 m.

LA POSITION D'UN ASCENSEUR MONTANT DU 3^e SOUS-SOL AU 12^e ÉTAGE EN FONCTION DU TEMPS.



- a) Déterminez l'intervalle de temps durant lequel la vitesse de l'ascenseur est constante.

- b) Calculez la vitesse de l'ascenseur dans cet intervalle de temps.

Puisque la pente de la courbe d'un graphique position-temps donne la vitesse, pourrait-on, à l'inverse, déterminer la position à l'aide d'un graphique vitesse-temps ?

Décrivez la courbe du graphique que vous venez de tracer et donnez-en la pente. N'oubliez pas d'écrire les unités.

Qu'est-ce que cela signifie ?

La courbe du graphique vitesse-temps du train est une droite horizontale, donc de pente nulle. Cela signifie que la vitesse du train ne varie pas dans le temps. On dit qu'elle est constante.



Rappel

L'aire A d'un rectangle est calculée en multipliant sa longueur (L) par sa largeur (l).

$$A = L \times l$$

- (1.50) Sur le graphique vitesse-temps du train, tracez deux droites verticales, entre la courbe et l'axe horizontal, vis-à-vis les temps 2,0 s et 8,0 s. Calculez ensuite l'aire du rectangle ainsi obtenu, en tenant compte des unités.

À votre avis, que représente l'aire du rectangle que vous avez délimité sur le graphique vitesse-temps ?

L'aire sous la courbe du graphique vitesse-temps d'un mobile correspond à son déplacement dans l'intervalle de temps considéré. Dans le cas du train, il s'est déplacé de 90 m entre 2,0 et 8,0 s.

**Remarque**

L'aire que vous venez de calculer ne doit pas être confondue avec l'aire géométrique qui, elle, est réellement physique et se mesure en mètres carrés (m^2). Il s'agit plutôt d'une aire théorique qui porte le nom d'**aire sous la courbe**. Elle se définit comme l'aire comprise entre une courbe et l'axe horizontal, limitée latéralement par des perpendiculaires à l'axe horizontal. Elle se calcule comme une aire géométrique, et son unité est égale au produit des unités des deux axes.

Le calcul d'une distance à partir de l'aire sous la courbe d'un graphique vitesse-temps ne se limite pas au mouvement rectiligne uniforme. La courbe n'est donc pas nécessairement une droite horizontale, elle peut être oblique ou curviligne. Que donne alors l'aire sous la courbe? Si le déplacement se fait toujours dans le même sens, l'aire sous la courbe donne à la fois la distance parcourue et le déplacement.

Par contre, si le mouvement change de sens, la vitesse d'un mobile sera tantôt positive, tantôt négative. Dans ce cas, si on tient compte des signes, la portion d'aire située sous l'axe est négative. La distance parcourue est alors donnée par la somme des valeurs absolues des aires situées de part et d'autre de l'axe. Quant au déplacement, on l'obtient en tenant compte du signe, c'est-à-dire en faisant la somme algébrique des aires.

Par exemple, sur le graphique 1.2, le mouvement du mobile comporte deux parties. Calculons l'aire sous la courbe correspondant à chacune d'elles :

De 0 s à 10 s :

$$v\Delta t = 4 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} = 40 \text{ m} .$$

De 10 s à 30 s :

$$v\Delta t = -2 \text{ m/s} \times 20 \text{ s} = -40 \text{ m} .$$

La distance parcourue est égale à la somme des valeurs absolues des aires, soit :

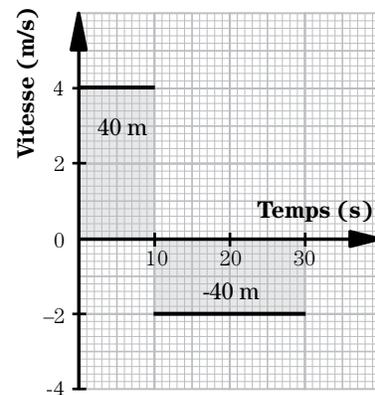
$$d = 40 \text{ m} + |-40 \text{ m}| = 80 \text{ m} .$$

Le déplacement total est égal à la somme algébrique des aires, soit :

$$\Delta s = 40 \text{ m} + (-40 \text{ m}) = 0 \text{ m} .$$

Le déplacement total est nul, le mobile est donc revenu à sa position initiale.

GRAPHIQUE 1.2 – LA VITESSE EN FONCTION DU TEMPS D'UN MOBILE.

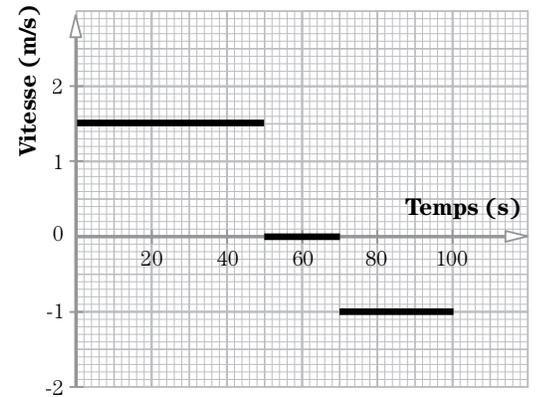


Le mobile se déplace dans le sens positif de l'axe du mouvement pendant 10 secondes à une vitesse de 4 m/s; il repart ensuite en sens inverse à une vitesse de -2 m/s pendant 20 secondes.

1.51 Le graphique suivant représente la vitesse d'un piéton se déplaçant en ligne droite.

a) Décrivez le mouvement du piéton.

LA VITESSE D'UN PIÉTON EN FONCTION DU TEMPS.



b) Calculez la distance parcourue par le piéton entre la 20^e et la 50^e seconde, en utilisant la méthode de l'aire sous la courbe.

c) Calculez la distance totale parcourue par le piéton durant les 100 secondes.

d) Calculez le déplacement total (grandeur) du piéton.

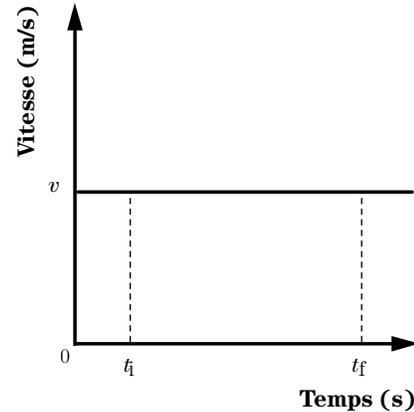
Considérez le graphique vitesse-temps ci-dessous, illustrant l'aire sous la courbe dans l'intervalle $[t_i, t_f]$, puis répondez aux trois questions suivantes.

À quoi la longueur du rectangle correspond-elle?
Écrivez-la en termes de variables.

À quoi la largeur (ou hauteur) du rectangle correspond-elle? Donnez la variable correspondante.

À partir des réponses données précédemment, donnez l'aire du rectangle illustré en termes des variables pertinentes.

GRAPHIQUE 1.3 – LA VITESSE EN FONCTION DU TEMPS D'UN MOBILE EN MRU.



La longueur du rectangle illustré correspond à l'intervalle de temps Δt et sa largeur est la vitesse v du mobile. En multipliant ces deux données on obtient le déplacement du mobile dans l'intervalle de temps.

$$\Delta s = v \Delta t$$

En remplaçant Δs par $s_f - s_i$ et Δt par $t_f - t_i$, puis en isolant s_f on obtient l'équation fondamentale qui décrit tout mouvement rectiligne uniforme :

$$s_f = v(t_f - t_i) + s_i$$

Dans cette équation, v et s_i ont des valeurs constantes. Il arrive souvent que le temps initial t_i soit égal à 0. Dans ce cas, la valeur numérique de l'intervalle de temps Δt est égale à celui du temps final t_f et l'équation du mouvement devient :

$$s_f = vt_f + s_i$$

Plus simplement encore, pour des raisons de commodité, l'indice « f » pour la position finale et le temps final est sous-entendu. On obtient ainsi l'équation du mouvement rectiligne uniforme :

Si $t_i = 0$, alors :

$$s(t) = vt + s_i$$

où $s(t)$ est la position en fonction du temps en mètres (m),
 v , la vitesse constante en mètres par seconde (m/s),
 t , le temps final en secondes (s)
 et s_i , la position initiale en mètres (m).

L'exemple qui suit montre comment on peut utiliser cette équation pour résoudre un problème.

Exemple

Un coureur olympique du 400 m entame les derniers 100 m de sa course, en ligne droite, à une vitesse de 8,0 m/s. Afin de mesurer sa performance finale, on déclenche un chronomètre au moment où il franchit 50 m.

a) Écrivez l'équation du mouvement.

On a : $v = 8,0$ m/s et $s_i = 50$ m. L'équation s'écrit : $s(t) = (8,0 \text{ m/s})t + 50$ m.

b) Quelle est la position du coureur sur cette ligne droite après 4 secondes ?

On cherche s à $t = 4,0$ s.

$$s(t) = (8,0 \text{ m/s})t + 50 \text{ m}$$

$$s(4,0) = (8,0 \text{ m/s}) \times (4,0 \text{ s}) + 50 \text{ m} = 82 \text{ m}$$

Le coureur aura parcouru 82 m de cette ligne droite 4,0 s après le déclenchement du chronomètre.

c) Qu'indiquera le chronomètre lorsque le coureur franchira la ligne d'arrivée ?

On cherche le moment pour lequel $s = 100$ m. L'équation s'écrit alors :

$$100 \text{ m} = (8,0 \text{ m/s})t + 50 \text{ m}.$$

En isolant t , on obtient :

$$t = \frac{100 \text{ m} - 50 \text{ m}}{8,0 \text{ m/s}} = \frac{50 \text{ m}}{8,0 \text{ m/s}} = 6,3 \text{ s}.$$

Le coureur franchira la ligne d'arrivée 6,3 s après le déclenchement du chronomètre.

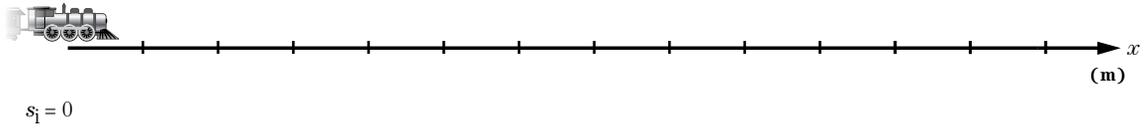
1.52) Installé dans le sous-sol d'une maison, un train électrique roule à la vitesse constante de 0,4 m/s. Considérons le moment où il s'engage sur la portion rectiligne de la voie comme le temps initial $t_1 = 0$ s et la position à ce moment-là $s_1 = 0$ m.

a) Complétez le tableau suivant en inscrivant la position du train aux temps indiqués.

LA POSITION DU TRAIN ÉLECTRIQUE EN FONCTION DU TEMPS.

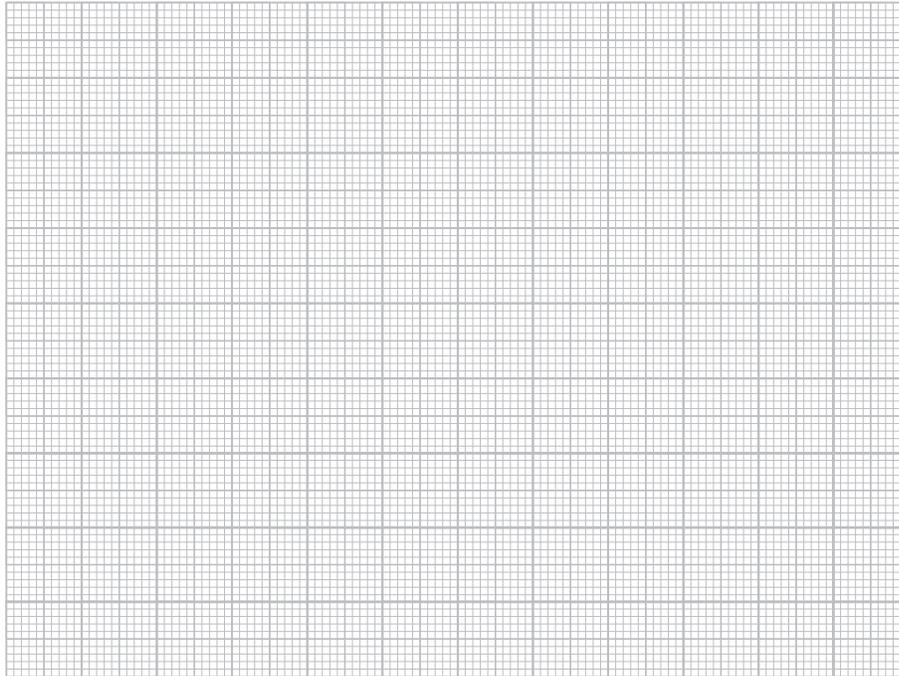
TEMPS (s)	0	1	3	6	8
POSITION (m)	0				

b) Sur l'illustration ci-dessous (échelle 1 : 40), marquez la position du train aux différents moments indiqués dans le tableau.



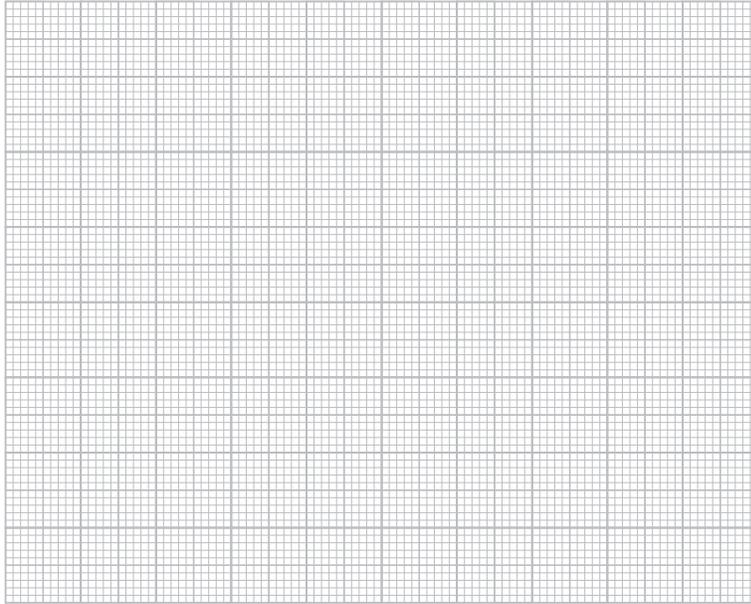
c) Tracez le graphique de la position en fonction du temps. Décrivez ensuite l'allure de la courbe obtenue.

LA POSITION DU TRAIN EN FONCTION DU TEMPS.



- d) Tracez le graphique de la vitesse du train en fonction du temps. Quelle est la particularité de la courbe de ce graphique?

LA VITESSE DU TRAIN EN FONCTION DU TEMPS.



- e) Écrivez l'équation du mouvement du train.

1.53 Une bille d'acier est catapultée à l'aide d'un ressort sur un rail horizontal rectiligne, à une vitesse constante de 5 m/s. À son passage devant un point de repère situé à 50 cm du point de départ, on déclenche un chronomètre.

- a) Quelle est l'équation du mouvement de la bille d'acier?

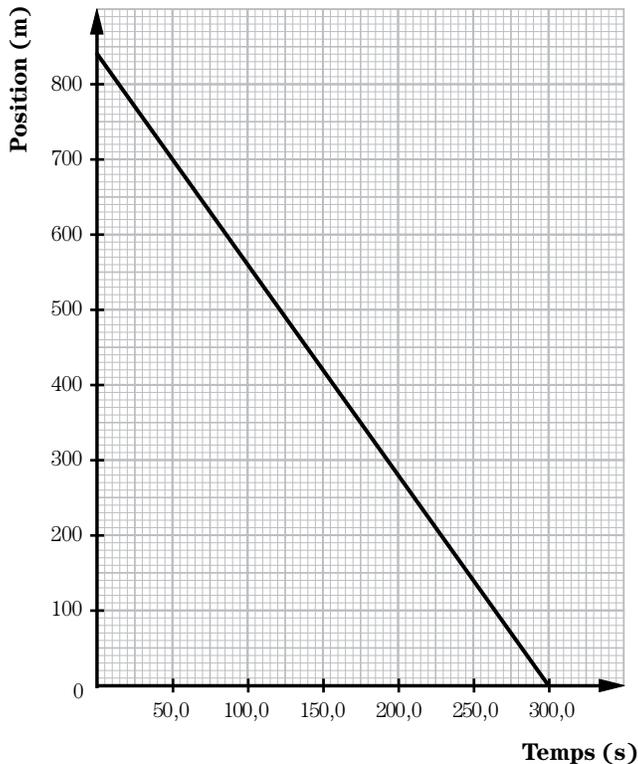
- b) Qu'indiquera le chronomètre lorsque la bille frappera une butée située à 2 m du ressort?

On peut aussi trouver l'équation du mouvement à partir du graphique position-temps comme dans l'exemple qui suit.

Exemple

Au moment où son parachute se déploie et que s'amorce une descente à vitesse constante, un parachutiste déclenche son chronomètre et lit 840 m sur son altimètre de poignet. Le graphique suivant représente l'altitude du parachutiste en fonction du temps.

LA POSITION D'UN PARACHUTISTE DURANT SA DESCENTE EN FONCTION DU TEMPS.



Écrivons l'équation du mouvement du parachutiste et déterminons à quelle altitude se trouve le parachutiste, une minute après l'ouverture du parachute.

Par convention, dans un mouvement vertical, le sens positif est vers le haut et l'origine est au niveau du sol. La position de départ du parachutiste est donc 840 m et sa vitesse est négative.

L'équation du mouvement correspond à celle de la droite. Il nous faut donc trouver la pente et l'ordonnée à l'origine. Le calcul de la pente donne la vitesse de descente :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0 - 840 \text{ m}}{300 \text{ s} - 0} = -2,80 \text{ m/s.}$$

L'ordonnée à l'origine représente la position initiale, soit $s_i = 840 \text{ m}$.

L'équation du mouvement s'écrit donc :

$$s(t) = (-2,80 \text{ m/s})t + 840 \text{ m, où } s \text{ est en mètres et } t, \text{ en secondes.}$$

Une minute après l'ouverture du parachute, on a $t = 60,0 \text{ s}$ et on cherche s .

$$s(t) = (-2,80 \text{ m/s})t + 840 \text{ m}$$

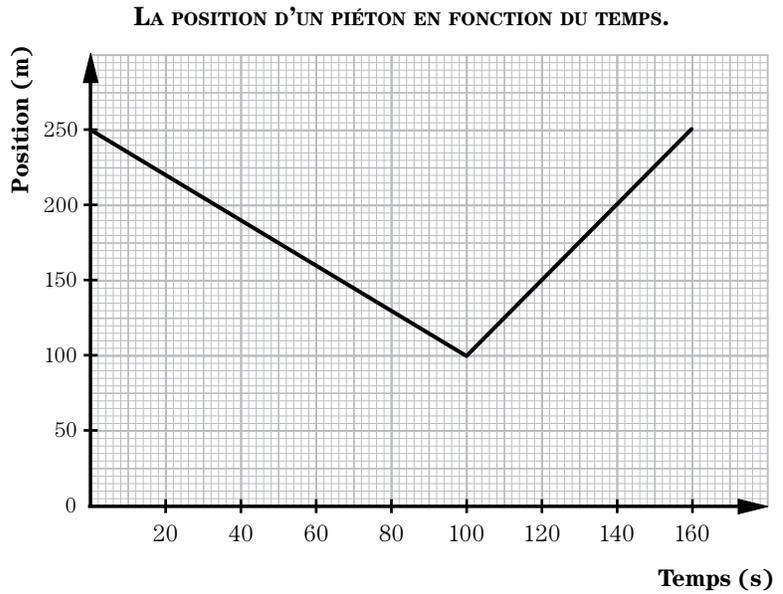
$$s(60) = (-2,80 \text{ m/s}) \times 60,0 \text{ s} + 840 \text{ m} = -168 \text{ m} + 840 \text{ m} = 672 \text{ m}$$

Ainsi, une minute après l'ouverture du parachute, le parachutiste sera à 672 m d'altitude.

Soulignons ici l'importance des signes. En pratique, Δt est toujours positif puisque t_f est toujours plus grand que t_i . Il en découle que Δs et v seront positifs si le mouvement se fait dans le sens positif de l'axe et négatifs, dans le cas contraire.

Exercices de l'activité 1.3

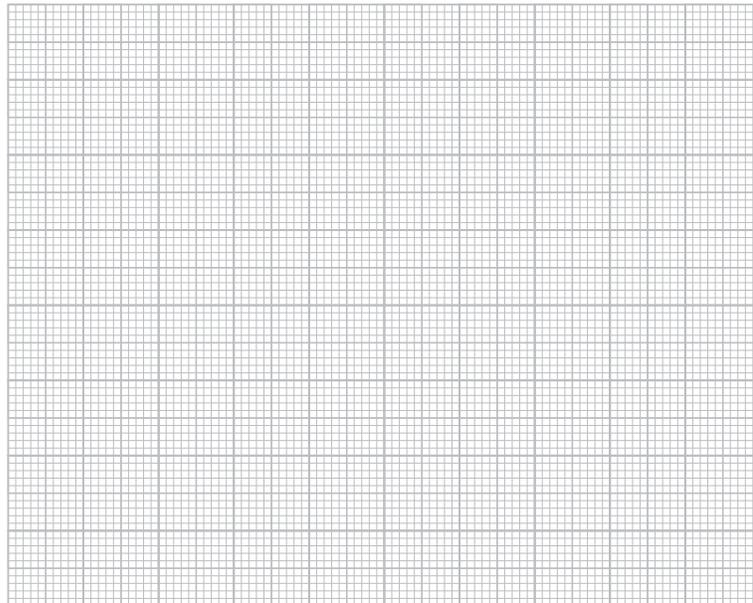
1.55 Le graphique ci-contre représente la position d'un piéton revenant vers son domicile et qui, tout d'un coup, se rend compte qu'il a oublié son journal chez le dépanneur d'où il vient. Il fait demi-tour et y retourne.



a) Déterminez la vitesse du piéton dans chacune des deux étapes de son mouvement.

b) Tracez le graphique de la vitesse du piéton en fonction du temps.

TITRE : _____



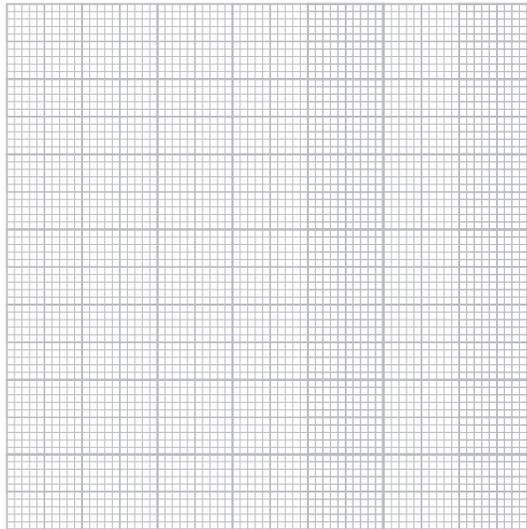
- 1.56) Un signal radio en direction de la Lune est envoyé à partir du sol à un moment où elle se trouve à 380 000 km de nous. Le signal est réfléchi sur notre satellite naturel et revient vers la Terre. Au bout de combien de temps le signal réfléchi sera-t-il capté? Arrondissez votre réponse au centième de seconde. Les ondes radio se déplacent à la vitesse de la lumière, soit $3,00 \times 10^8$ km/s. Le rayon terrestre est de 6 400 km et le rayon lunaire est de 1 700 km.

- 1.57) Le tableau suivant représente la position d'un mobile en fonction du temps.

LA POSITION D'UN MOBILE EN FONCTION DU TEMPS.				
TEMPS (s)	0	3	6	9
POSITION (m)	4	8	12	16

- a) Tracez le graphique position-temps du mobile.

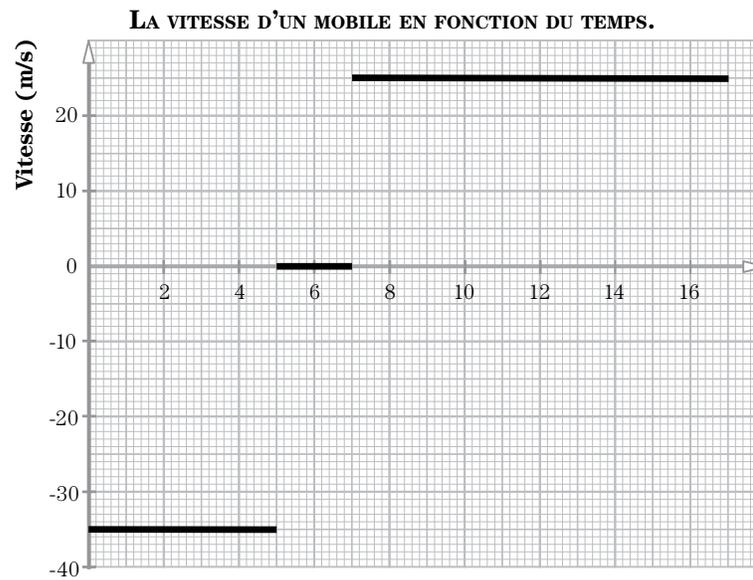
TITRE : _____



- b) À quel moment le mobile se trouve-t-il à la position 10 m?

- c) Quelle est la vitesse du mobile? Est-elle constante?

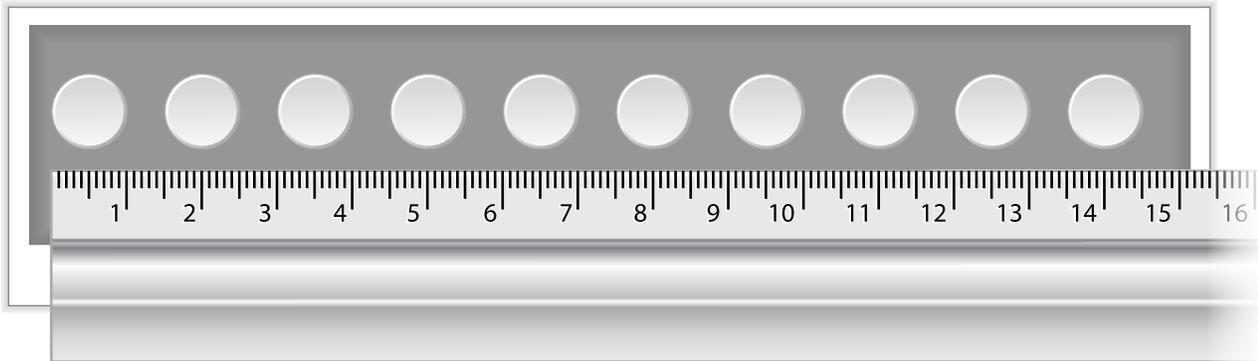
1.58) Le graphique suivant représente la vitesse d'un mobile en fonction du temps.



a) Déterminez la distance qu'il parcourt durant les 10 premières secondes.

b) Calculez la grandeur du déplacement pendant cette même période de temps.

- 1.59) L'illustration suivante reproduit la photographie stroboscopique d'un disque se déplaçant selon un mouvement rectiligne uniforme. La photo a été prise avec un stroboscope lumineux produisant 20 éclairs par seconde. Quelle est la vitesse du disque en mètres par seconde ?



Retour sur l'activité

Dans la présente activité, vous avez complété l'analyse graphique du mouvement rectiligne uniforme amorcée à l'activité 1.2. Vous savez maintenant que la pente du graphique position-temps d'un mobile donne sa vitesse, alors que l'aire sous la courbe de son graphique vitesse-temps donne son déplacement.

À partir de cette analyse graphique, vous avez établi les équations du mouvement rectiligne uniforme.

$$s(t) = vt + s_i$$

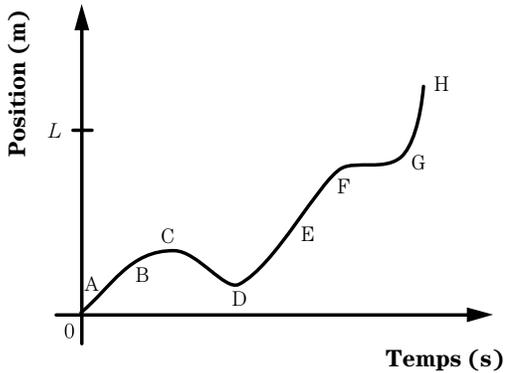
$$v(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{constante}$$

$$a(t) = 0$$

Dans la prochaine séquence d'apprentissage, vous serez amené à établir les équations du mouvement rectiligne uniformément accéléré.

Exercices d'intégration

1.60) Un lièvre entre dans un gros tuyau de drainage de longueur L . Le graphique ci-dessous montre le mouvement du lièvre à partir du point A, moment où il pénètre dans le tuyau. Les six énoncés suivants se rapportent au graphique. Déterminez les trois énoncés faux et justifiez votre choix.



1. Les points successifs de A à H représentent la trajectoire du lièvre.
2. Du point C au point D, le lièvre recule.
3. Entre les points D et F, le lièvre accélère.
4. Entre les points F et G, le lièvre ralentit.
5. En H, le lièvre est sorti du tuyau.
6. Entre les points C et D, le lièvre ralentit sa vitesse.

a) 1^{er} énoncé faux : _____

Justification : _____

b) 2^e énoncé faux : _____

Justification : _____

c) 3^e énoncé faux : _____

Justification : _____

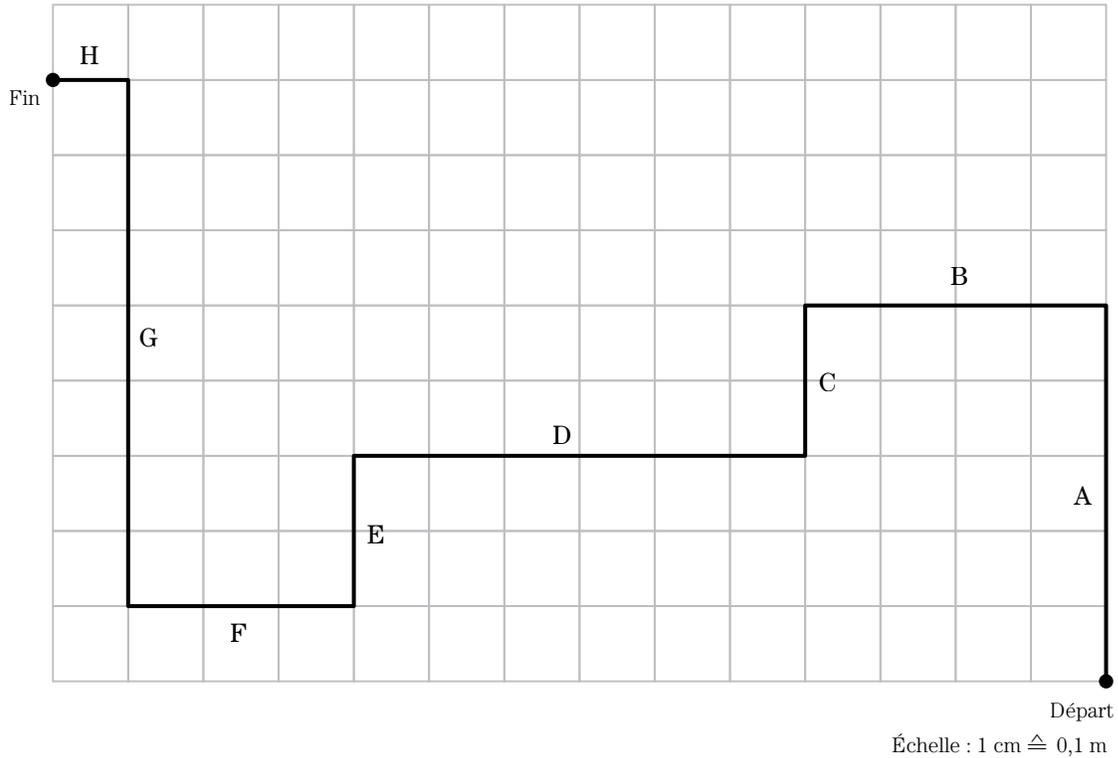
1.61) On a recueilli les données suivantes d'un cycliste en mouvement. Servez-vous de ces données pour établir l'équation du mouvement.

LA POSITION D'UN CYCLISTE EN FONCTION DU TEMPS.

t (s)	0	1	2	3	4	5
s (m)	0,5	4,5	8,5	12,5	16,5	20,5

1.62) Dans un laboratoire de recherche, une équipe de chercheurs étudie des comportements animaux. Pour ce faire, ils utilisent fréquemment la souris. Cette dernière est soumise à un test; elle doit se déplacer dans un labyrinthe complexe. L'objectif de l'expérience : trouver un morceau de fromage à l'opposé de la structure.

La figure suivante (vue de haut) montre le chemin emprunté par le rongeur.



a) Tracez le déplacement du rongeur et déterminez-le en grandeur et en orientation par rapport au point de départ.

b) Calculez la distance parcourue par la souris.

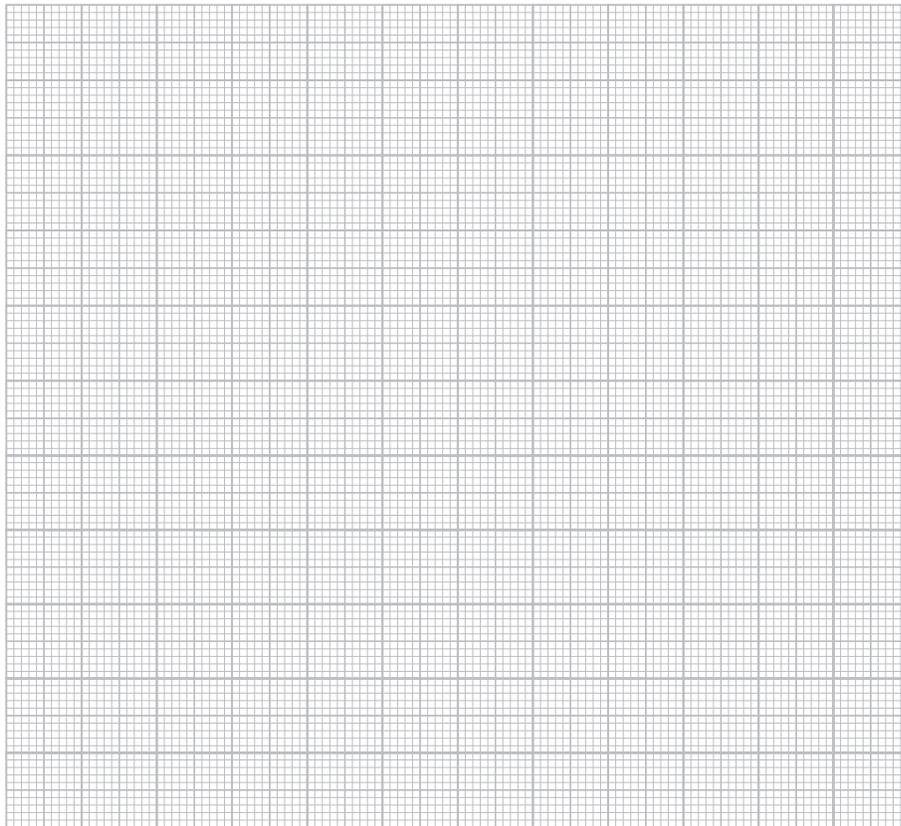
- 1.63) Les lanceurs de baseball professionnels sont de redoutables canons à balles. Dans un gracieux élan, ils propulsent des tirs du monticule vers le marbre à des vitesses dépassant les cent kilomètres à l'heure. Une fois l'élan complété, ils sont prêts à intervenir, à réagir.

Une balle rapide est lancée vers un frappeur à 108 km/h. Ce dernier la cogne avec aplomb dans la direction du lanceur, à une vitesse de 166 km/h.

- a) De combien de temps dispose le lanceur entre son lancer et le retour de la balle pour qu'il puisse capturer cette frappe? Le monticule se trouve à 18 mètres du marbre et vous devez négliger le frottement de l'air.

- b) En considérant la position du lanceur comme point d'origine, tracez le graphique vitesse-temps de la balle, en tenant compte de la direction du vecteur vitesse.

TITRE : _____



- c) À partir du graphique que vous venez de tracer, comment pouvez-vous prouver que le temps total que vous avez calculé en a) est exact?



Résumé des nouveaux savoirs

Activité 1.1 – Entre deux points

Un **système de référence** est un système de coordonnées permettant de représenter des éléments dans l'espace ou sur un plan. Le plan cartésien en est un exemple. Il n'existe pas de système de référence unique pour déterminer la position des objets puisqu'une position est toujours donnée par rapport à un point de repère choisi arbitrairement.

Le **déplacement** est un vecteur représentant la trajectoire en ligne droite qu'aurait un mobile, du point de départ au point d'arrivée, sans tenir compte de la trajectoire effectivement suivie entre ces deux points. On le représente par $\Delta\vec{s}$ et sa grandeur Δs est exprimée en mètres (m).

La **distance parcourue** est la longueur de la trajectoire suivie par un mobile pour aller d'un point à un autre. On la représente par d et on l'exprime en mètres (m) ou dans des unités dérivées (p. ex. le centimètre (cm) ou le kilomètre (km)).

La distance parcourue par un mobile est toujours plus grande que son déplacement, à moins que sa trajectoire soit une ligne droite. Dans ce cas, la grandeur du déplacement correspond à la distance parcourue.

Activité 1.2 – La machine à boule

Un **mouvement rectiligne uniforme (MRU)** est un mouvement s'effectuant en ligne droite à vitesse constante.

La **vitesse** d'un mobile en MRU représente la variation de sa position par unité de temps.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

où v est la vitesse en mètres par seconde (m/s),
 Δs , la variation de la position en mètres (m)
 et Δt , l'intervalle de temps en seconde (s).

Activité 1.3 – Les équations du MRU

Le **graphique position-temps** d'un mobile en MRU prend la forme d'une droite de pente positive ou négative, selon le sens du mouvement par rapport à l'axe de référence fixé. La **pente** de ce graphique donne la **vitesse** du mobile.



Le **graphique vitesse-temps** d'un mobile en MRU prend la forme d'une droite horizontale. L'**aire sous la courbe** de ce graphique délimité par un intervalle de temps donne le **déplacement** du mobile dans cet intervalle.

$$\Delta s = v\Delta t$$

où Δs est le déplacement en mètres (m),
 v , la vitesse en mètres par seconde (m/s)
 et Δt , l'intervalle de temps en seconde (s).

Si le mouvement change de sens, la vitesse du mobile sera tantôt positive, tantôt négative. La distance parcourue est alors donnée par la somme des valeurs absolues des aires situées de part et d'autre de l'axe. Quant au déplacement, on l'obtient en tenant compte du signe, c'est-à-dire en faisant la somme algébrique des aires.

Équations du
mouvement rectiligne
uniforme

Si $t_i = 0$,
 alors : $s(t) = vt + s_i$
 $v(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{constante}$
 $a(t) = 0$

La vitesse étant une quantité orientée, elle est une quantité vectorielle représentée par un vecteur. Dans ce cas, on la définit en fonction du vecteur déplacement.

$$\vec{v}(t) = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

où $\vec{v}(t)$ est le vecteur vitesse en fonction du temps en mètres par seconde (m/s),
 $\Delta \vec{s}$, le vecteur déplacement en mètres (m)
 et Δt , l'intervalle de temps en secondes (s).