

## Plan de leçon

Évaluation  
Interdisciplinaire

Sommativ

### Attentes

- B1. analyser les relations entre les variables du mouvement uniforme et du mouvement uniformément accéléré, en une et en deux dimensions.
- C1. démontrer sa compréhension des forces, du travail, de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle gravitationnelle ainsi que des transformations énergétiques, du rendement énergétique et de la puissance.
- C2. vérifier la loi de la conservation de l'énergie à partir d'expériences et d'analyses quantitatives.
- C3. analyser l'impact sur les activités quotidiennes des développements technologiques et des connaissances scientifiques en mécanique.

### Objectifs d'apprentissage

- Je sais utiliser la terminologie liée aux forces, notamment : masse, temps, vitesse, vélocité, accélération, frottement, effort normal et schémas d'équilibre.
- Je sais utiliser des schémas d'équilibre ainsi que des équations appropriées pour analyser le mouvement.
- Je peux énoncer la 3<sup>ème</sup> loi de Newton et l'appliquer pour expliquer l'effet des forces qui agissent sur les objets.

### Contenus d'apprentissage

- B2.6 résoudre des problèmes portant sur le mouvement rectiligne.
- B2.9 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes.
- C1.1 énoncer les trois lois de Newton et les illustrer par des exemples.
- C2.4 analyser, à partir d'une expérience ou d'une simulation à l'ordinateur, le rendement d'une transformation énergétique.
- C2.7 communiquer oralement et par écrit dans différents contextes en se servant des termes justes
- C3.2 évaluer l'impact de développements technologiques dans le domaine de la mécanique.

---

## Description:

Dans cette leçon, les élèves fabriqueront et feront une course d'autos à ballon. Ils utiliseront des schémas d'équilibre et des équations appropriées pour analyser le mouvement dans le cadre de la 3<sup>ème</sup> loi du mouvement de Newton. **Cette leçon est destinée au niveau préuniversitaire.**

---

## Matériaux

Activité de course d'autos à ballon (élève)

Matériel de groupe pour l'activité de course d'autos à ballon :

- Lego, carton et autres matériaux, veillez à avoir des roues
- Ballons tous du même type, données par l'enseignant
- Bout de ficelle de 80 cm de long
- Paille pliée

Rubrique Analyse de l'auto à ballon

## Notes de sécurité

Il n'y a aucun problème de sécurité dans ce plan de leçon.

---

## Introduction

Commencez cette leçon par l'activité de course d'autos à ballon. Les élèves doivent avoir du temps en classe (environ 20 minutes) avant le jour de la course pour concevoir leur auto ensemble et prévoir de récupérer les matériaux de construction dont ils pourront avoir besoin.

Les élèves peuvent faire faire la course aux autos toutes en même temps, ou chaque auto peut être chronométrée séparément. Une application comme Video Physics permettrait aux élèves d'enregistrer sur bande vidéo leur véhicule et de faire un graphique de la position et de la vitesse. À partir du graphique de vitesse, les élèves peuvent identifier leur vitesse initiale à utiliser dans les calculs ultérieurs. Il doit également y avoir une balance à disposition des élèves pour la mesure de la masse de l'auto. Les élèves doivent apprendre les trois lois de Newton avant le jour de la course, car cette activité est une démonstration de la troisième loi de Newton.

Par groupes de 3 ou 4, les élèves créeront une petite auto (dimensions maximales = 30 cm de long et 20 cm de large) avec un espace sur le dos pour fixer l'embout d'un ballon. Les élèves feront la course contre d'autres équipes de la classe pour déterminer le temps le plus court pour dépasser la ligne d'arrivée, ainsi que la distance totale parcourue; les élèves veilleront donc à ce que leur auto soit conçue avec ces objectifs à l'esprit. Les élèves doivent esquisser un dessin étiqueté de la conception de leur auto et faire une liste des matériaux en indiquant la personne qui les fournira. Le « recyclage valorisant » ou la réutilisation des matériaux sont encouragés.

---

## Action

### Activité de course d'autos à ballon

#### Matériel de groupe :

- Lego, carton et autres matériaux, veillez à avoir des roues
- Ballons tous du même type, données par l'enseignant
- Bout de ficelle de 80 cm de long
- Paille pliée

#### Instructions :

1. Construisez votre auto et incluez une zone à l'arrière où l'embout d'un ballon pourrait être fixé. Ce peut être un trou dans un morceau de carton, suffisamment grand pour faire passer la paille dans l'embout du ballon.
2. Tous les ballons doivent être du même type et doivent être gonflés à la même circonférence avant la course. La ficelle doit être utilisée pour mesurer et contrôler la circonférence.
3. Testez votre auto à ballon de course et faites les réglages nécessaires. Indiquez toute modification majeure sur votre dessin d'origine.

Maintenant, les élèves feront la course avec leurs autos. Deux personnes doivent gonfler le ballon, vérifier la circonférence et tenir l'auto au niveau de la ligne de départ.

Une personne doit chronométrer l'auto ou utiliser l'application Video Physics sur un iPad ou une autre tablette pour enregistrer en vidéo et faire un graphique de la trajectoire. Il peut y avoir jusqu'à trois autos gagnantes : la plus rapide, celle qui va le plus loin et la plus élégante. Maintenant, avec votre équipe, vous allez analyser le mouvement de votre auto.

#### Analyse de l'auto à ballon

- A. Créez un schéma d'équilibre de votre auto lorsqu'elle est en mouvement.
- B. À l'aide du déplacement de votre auto et d'une mesure ou d'une estimation de la vitesse initiale, calculez son accélération à l'aide de la ou des équations pour l'accélération uniforme.
- C. Utilisez l'information des graphiques de l'application Video Physics pour calculer à nouveau l'accélération.
- D. Comparez ces deux nombres. Cette accélération semble-t-elle raisonnable? Quelles sources d'erreur peuvent avoir été introduites dans vos mesures expérimentales?
- E. Maintenant, à l'aide de la deuxième loi de Newton, calculez la force de frottement qui agit sur l'auto.
- F. Laquelle des lois de Newton est en action dans le mouvement de l'auto? Décrivez l'application de cette loi au mouvement de l'auto.

Soumettez votre conception d'auto, les révisions et l'analyse à votre enseignant à des fins d'évaluation (voir le lien).

---

## Consolidation/Extension

Les autos à ballon se déplacent grâce à une application de la troisième loi de Newton qui stipule que « pour chaque force d'action, il y a une force de réaction égale et opposée ». Alors que l'air soufflé dans le ballon s'échappe par l'arrière, le ballon pousse sur l'air (force d'action) et l'air repousse sur le ballon (force de réaction), propulsant l'auto vers l'avant. Ceci est similaire à la poussée d'une fusée dans l'espace où la force d'action (produite par la combustion, une réaction chimique) d'échappement qui pousse vers l'avant sur la fusée et est expulsé vers l'arrière dans l'espace est égale et opposée à la force de réaction de la fusée qui pousse vers l'arrière sur l'échappement et propulse vers l'avant dans le sens opposé.

L'EMDrive est un propulseur électromagnétique qui viole la troisième loi de Newton : il semble développer une poussée de nulle part.

L'EMDrive utilise un tube à vide haute puissance dans lequel des microondes sont générées via l'interaction d'un champ magnétique et d'électrons. Il envoie alors les microondes dans un cône d'une forme spécifique, ce qui crée de la résonance, et où ces ondes atteignent l'extrémité courte du cône et génèrent une poussée. La poussée est donc « générée » depuis l'intérieur du système, ce qui doit être impossible selon les lois de l'impulsion (par exemple, que se passerait-il si vous essayiez de vous tirer vers le haut avec vos propres lacets?). Alors que la quantité de force générée est minime, d'autres études pourraient mener aux fusées, qui ne demandent pas de carburant, ce qui permet un voyage interstellaire!

En 2015, un groupe de la NASA et un groupe d'Allemagne ont tenté de répliquer ce propulseur dans le cadre d'expériences et prétendent avoir détecté des quantités minimales de poussée (30 à 50 micronewtons et 20 micronewtons respectivement) qui ne sont expliquées par aucune source d'erreur ni aucune autre source. Cependant, les deux expériences n'ont pas conclu que la poussée était forcément causée par le propulseur EMDrive, mais plutôt qu'elle pouvait être causée par d'autres raisons inexpliquées telles que les fluctuations de quantum.

La NASA a cependant travaillé sur des moteurs à propulsion d'ions qui utilisent l'émission de particules chargées pour propulser un engin spatial. NEXT, le propulseur évolutionniste au xénon de la NASA est testé depuis plus de 48 000 heures et a utilisé 860 kg de xénon comme agent propulseur, ce qui correspond à moins de  $1/10^e$  du carburant qui serait utilisé par une fusée classique pour la même impulsion. La propulsion ionique peut permettre davantage de voyage dans l'espace car une fusée pourrait transporter bien moins de carburant.