MANUEL D'EXPÉRIENCES

GUMBALL MACHINE MAKER

SUPER STUNTS & TRICKS



DÉMARRAGE RAPIDE!

Vous voulez commencer directement sans lire le manuel? Scannez le code QR ci-dessous pour visionner des vidéos en ligne montrant comment assembler et utiliser ce kit.

THAMES & KOSMOS

Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Pfizerstr. 5-7, 70184 Stuttgart, Allemagne | +49 (0) 711 2191-0 | www.kosmos.de
Thames & Kosmos, 89 Ship St., Providence, RI, 02903, États-Unis | 1-800-587-2872 | www.thamesandkosmos.com

Informations de sécurité

››› **Avertissement!** Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans. Risque d'étouffement – les petites pièces peuvent être avalées ou inhalées. Risque de strangulation – les longs cordons peuvent s'enrouler autour du cou.

››› Conservez l'emballage et les instructions, car ils contiennent des informations importantes.

››› Rangez le matériel d'expérimentation et les modèles assemblés hors de la portée des jeunes enfants.

››› Nettoyez les pièces en plastique avant la première utilisation et régulièrement à l'eau tiède. Ne les nettoyez pas à l'eau chaude. Séchez soigneusement avant l'utilisation.

››› Voir l'emballage pour les informations nutritionnelles et la liste des ingrédients des boules de gomme.

⚠ AVERTISSEMENT :

RISQUE D'ÉTOUFFEMENT –

Petites pièces. Le jouet contient une petite boule. Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans.

Chers parents et superviseurs adultes,

La physique est une science passionnante et très étendue qui n'est pas difficile à comprendre, surtout quand on utilise des modèles amusants pour en démontrer les principes en action. Cela peut être très divertissant de comprendre les phénomènes physiques étonnants que nous rencontrons tous les jours et de mettre cette compréhension en pratique – dans une machine à boules de gomme, qui plus est!

Ce kit d'expérimentation et les modèles de travail que vous pouvez construire avec familiarisent votre enfant avec les concepts de la physique, notamment les forces, les interactions, le mouvement et le bénéfice de la mécanique. Grâce à ces modèles pratiques, votre enfant aura un aperçu de base des principes de la physique, ce qui l'aidera à comprendre et à mieux assimiler les leçons enseignées à l'école.

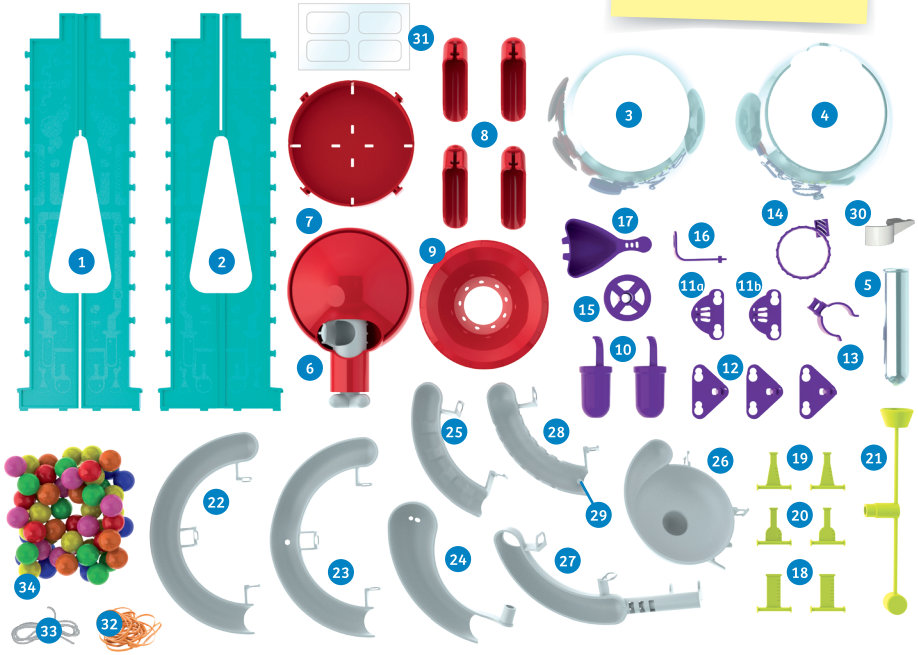
La machine à boules de gomme est assemblée pas à pas à l'aide de pièces reconfigurables. Il faudra un peu d'entraînement et de patience pour la monter et faire en sorte que la boule de gomme aille exactement là où vous voulez qu'elle aille. Votre enfant sera particulièrement heureux d'avoir votre aide pour les parties qu'il trouve plus difficiles.

Nous vous souhaitons, à vous et à votre enfant, beaucoup de plaisir à expérimenter, à découvrir et à apprendre!

› › › CONTENU DU KIT

Bon à savoir! S'il manque des pièces, veuillez contacter le service clientèle Thames & Kosmos.

Contenu de votre kit d'expérimentation :



Liste de contrôle : Rechercher – Inspecter – Vérifier

✔	No.	Description	Qté.
❍	1	Support de tour vertical A	1
❍	2	Support de tour vertical B	1
❍	3	Dessus du globe	1
❍	4	Fond du globe	1
❍	5	Tube de basculement	1
❍	6	Base du globe avec distributeur	1
❍	7	Base	1
❍	8	Pied	4
❍	9	Entonnoir du globe	1
❍	10	Godet de poulie	2
❍	11a	Support de pivot angulaire	1
❍	11b	Support de pivot angulaire avec butée	1
❍	12	Support de pivot droit	3
❍	13	Collier pour tube de basculement	1
❍	14	Anneau du trampoline	1
❍	15	Roue de poulie	1
❍	16	Support de piste à pente variable	1
❍	17	Coupelle de collecte	1
❍	18	Domino, bécher	2

✔	No.	Description	Qté.
❍	19	Domino, flacon d'Erlenmeyer	2
❍	20	Domino, flacon de Florence	2
❍	21	Pendule	1
❍	22	Piste lisse de 180 degrés	1
❍	23	Piste à piège d'élan	1
❍	24	Piste à pente variable	1
❍	25	Piste à friction	1
❍	26	Entonnoir à force centripète	1
❍	27	Lance-bille	1
❍	28	Piste à dominos	1
❍	29	Poteau de piste à dominos	1
❍	30	Butée de piste à dominos	1
❍	31	Feuille d'autocollants rectangulaires	1
❍	32	Élastiques pour trampoline*	12
❍	33	Morceau de ficelle pour godets de poulie*	1
❍	34	Boules de gomme*	5,3 oz

Boules de gomme de rechange : *La machine à boules de gomme utilise des petites boules de gomme de taille standard, d'un diamètre de 16 mm (5/8 po ou 0,62 po).*

* Les couleurs peuvent varier.

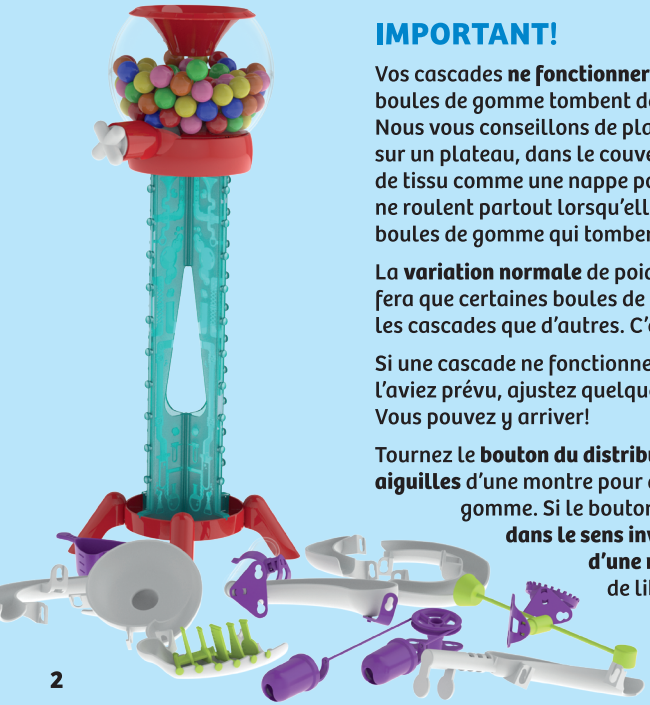
COMMENCEZ ICI!

Bienvenue dans votre kit d'expérimentation STEM de fabrication de machine à boules de gomme! Cette machine à boules de gomme colorée n'est pas seulement un jouet amusant rempli de délicieux bonbons. C'est aussi un ensemble de dispositifs scientifiques concrets pour des expériences pratiques de physique!

Ce kit comprend 12 segments différents de pistes et des dispositifs de cascade. Chacun de ces éléments permet une expérience. Vous devez les expérimenter pour les faire fonctionner.

VOICI COMMENT UTILISER CE KIT :

1. Construisez la **tour** de la machine à boules de gomme. Suivez les instructions **des pages 3 et 4.**
2. Effectuez les **expériences** avec chaque segment de piste et dispositif de cascade des **pages 5 à 11.** Vous apprendrez comment chaque pièce fonctionne et découvrirez les principes de physique qu'elle applique.
3. Si vous souhaitez **regarder des vidéos en ligne** avec des instructions et des démos pour quelques montages faciles de pistes, scannez ce **code QR :**
4. Vous êtes maintenant prêt à essayer les configurations de machine à boules de gomme plus difficiles des **pages 12 à 20.** Chacune d'entre elles utilise plusieurs pistes et cascades. Essayez de faire en sorte qu'une boule de gomme arrive jusqu'au bout.
5. Essayez aussi **vos propres** configurations de piste et de cascades! Pouvez-vous concevoir une machine à boules de gomme dans laquelle les boules de gomme arrivent jusqu'au bout chaque fois qu'elles sont distribuées?



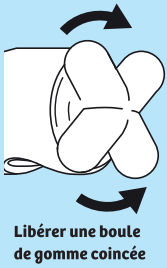
IMPORTANT!

Vos cascades **ne fonctionneront pas à chaque fois.** Parfois, les boules de gomme tombent de la piste ou du dispositif de cascade. Nous vous conseillons de placer la machine à boules de gomme sur un plateau, dans le couvercle d'une boîte ou sur un morceau de tissu comme une nappe pour éviter que les boules de gomme ne roulent partout lorsqu'elles tombent. Ne mangez pas les boules de gomme qui tombent par terre.

La **variation normale** de poids et de forme des boules de gomme fera que certaines boules de gomme fonctionneront mieux dans les cascades que d'autres. C'est de la physique!

Si une cascade ne fonctionne pas comme vous l'aviez prévu, ajustez quelque chose et réessayez. Vous pouvez y arriver!

Tournez le **bouton du distributeur dans le sens des aiguilles** d'une montre pour délivrer une boule de gomme. Si le bouton **se bloque, tournez-le dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.** Cela permet de libérer les boules de gomme et d'éliminer les blocages.



››› ASSEMBLAGE DE LA TOUR

Tout d'abord, assemblez la tour de la machine à boules de gomme. Toutes les expériences et configurations utilisent cette tour.

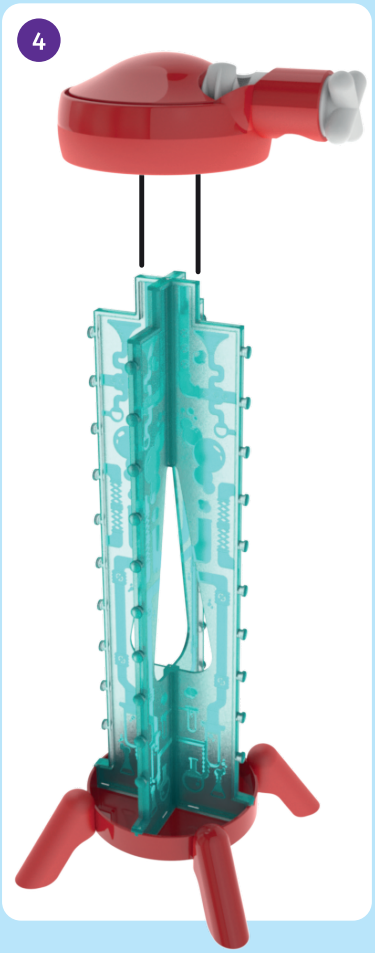


EXPLICATION

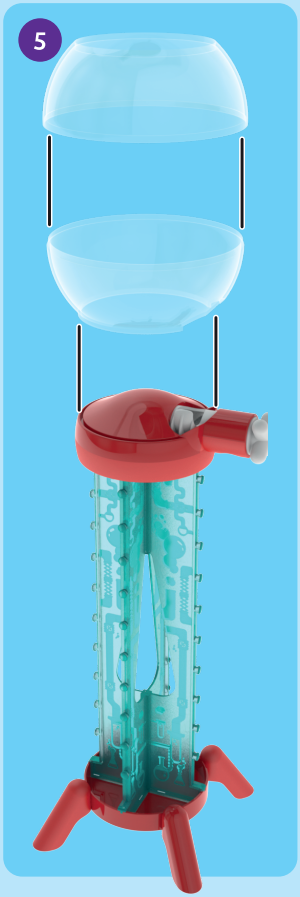
1. Fixez les quatre **pieds** à **la base.** Faites-les glisser vers le bas jusqu'à ce qu'ils s'enclenchent.
2. Faites glisser les deux **supports de tour verticaux** jusqu'au bout.
3. Insérez la tour dans la base. Les languettes de la tour se glissent dans les trous de la base.
4. Placez la **base du globe** avec le distributeur et le bouton sur le sommet de la tour.



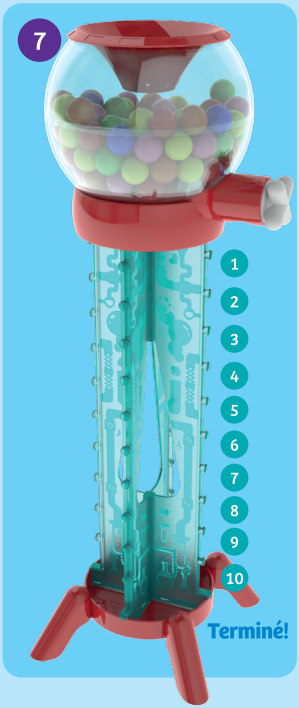




››› ASSEMBLAGE DE LA TOUR







5 Placez les moitiés inférieure et supérieure du globe sur la base du globe. Appuyez fermement dessus. Pour sécuriser la fermeture des deux moitiés, vous pouvez utiliser **les quatre autocollants rectangulaires transparents** fournis. Appliquez-les le long de la jointure entre les deux moitiés.

6 Fixez l'**entonnoir du globe** au sommet du globe.

7 Versez quelques **boules de gomme dans** le globe. Examinez l'assemblage de la tour. Les **boules de gomme** sont **distribuées** à partir du globe au sommet et la gravité les entraîne sur les pistes qui forment une spirale autour de la tour. Vous pouvez faire tourner le globe au sommet de la tour de sorte que le bouton et le distributeur soient positionnés au-dessus de n'importe lequel des quatre côtés.

Il y a des **chevilles circulaires** le long des quatre côtés de la tour. Dans les instructions de montage, les chevilles sont numérotées de haut en bas. Par exemple, ce symbole désigne la deuxième cheville en partant du haut : 2. Pour fixer les pistes et autres pièces à la tour, commencez par placer la cheville dans la partie ronde du trou de la pièce de piste, puis faites glisser la pièce de piste vers le bas dans la partie étroite du trou pour la fixer.

L'**entonnoir du globe** vous permet de remettre les boules de gomme dans le globe après une expérience.

Passez à la page suivante pour commencer à expérimenter les différentes pistes et les dispositifs de cascade.

› › › EXPÉRIENCES

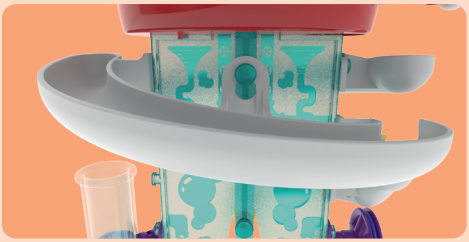
Maintenant que vous avez assemblé la tour, procédons à une série d'expériences pour apprendre comment chaque segment de piste et dispositif de cascade fonctionne. Toutes ces pièces se fixent sur les chevilles situées sur les côtés de la tour, et chacune permet de démontrer des principes de physique.



Expérience 1 : Force et mouvement

EXPLICATION

1. Fixez la **piste lisse de 180 degrés** à la tour, à n'importe quelle hauteur. Deux des trous se fixent aux chevilles sur le même niveau, et le troisième se fixe à une cheville au niveau immédiatement en dessous. Vous devez étirer légèrement la piste pour qu'elle s'adapte aux chevilles.
2. Placez une boule de gomme en haut de la piste. Gardez votre main prête à l'attraper en bout de piste. Allez-y. Qu'observez-vous?



Au bout de la piste lisse de 180 degrés, vous remarquerez la présence de nervures de friction. Elles ont été ajoutées pour ralentir légèrement la boule de gomme qui sort de la piste et améliorer les performances.

QUE SE PASSE-T-IL?

La **piste lisse de 180 degrés** est le segment de piste le plus simple. Une boule de gomme roule de haut en bas, en décrivant 180 degrés autour de la tour. Ce mouvement simple démontre beaucoup de choses. La boule de gomme a une masse. La **masse** est la quantité de matière contenue dans un objet ou un **corps**, terme de physique désignant une chose matérielle. La **matière** est toute substance physique qui occupe de l'espace. La masse peut également être considérée comme la capacité d'un corps à être lourd. La masse ne doit cependant pas être confondue avec le poids. Le **poids** est une mesure de la force exercée par la gravité sur la masse.

Une **force** est la cause d'un changement d'état de mouvement d'un corps. Une force peut être considérée comme une poussée ou une traction sur un objet. Une poussée de la boule de gomme qui la fait rouler sur la table est une force.

La **gravité** est également une force. C'est la force d'attraction de la Terre sur la masse. La gravité est une chose fascinante : Toutes les masses s'attirent entre elles. Plus la masse est importante, plus la force d'attraction est grande. La Terre a une masse énorme : 5,9 trillions de kilogrammes, soit 13 milliards de tonnes! La boule de gomme a une très petite masse : environ deux grammes. Par conséquent, la Terre attire la boule de gomme vers elle. C'est la force de gravité!

Une boule de gomme roule vers le bas de la piste parce que la gravité l'attire. Sur Terre, la gravité en surface est une force vers le bas qui provoque une accélération égale à 9,8 mètres par seconde par seconde (m/s/s ou m/s^2) environ.

Pour comprendre l'accélération, il faut comprendre la vitesse. La **vitesse** est la distance parcourue par un corps dans un certain temps. La **vélocité** est un terme de physique pour désigner la vitesse, qui tient également compte de la direction du mouvement.

Si une boule de gomme parcourt cinq pouces en une seconde, sa vitesse est de cinq pouces par seconde, soit 5 po/s, ce qui équivaut à environ un quart de mile par heure.

L'**accélération** est la mesure du changement de vitesse (ou plus précisément, de vélocité) sur une certaine durée. Alors, qu'est-ce que la gravité? La gravité terrestre fait accélérer un corps à une vitesse de 9,8 mètres par seconde pour chaque seconde durant laquelle la gravité agit sur le corps – quelle que soit la masse du corps. Si vous lâchez une boule de gomme et qu'elle tombe pendant trois secondes, à la fin de sa chute, elle se déplace à une vitesse de 29,4 mètres par seconde (9,8 m/s^2 x 3 s = 29,4 m/s).

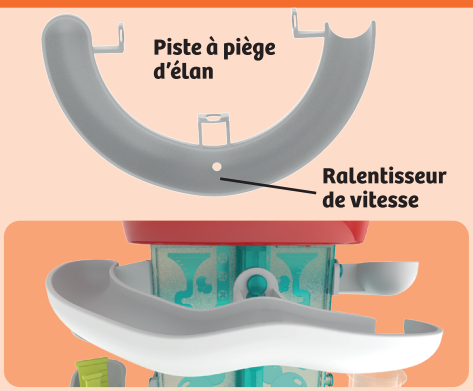
Lorsque la boule de gomme descend la piste, la gravité l'accélère et elle se déplace donc plus rapidement, à moins qu'elle ne rencontre des obstacles.

Étonnant! Ce simple segment de piste nous a permis de définir tous ces termes de physique.

Expérience 2 : Quantité de mouvement

EXPLICATION

1. Fixez la **piste à piège d'élan** à la tour, à n'importe quelle hauteur. Deux des trous se fixent aux chevilles sur le même niveau, et le troisième se fixe à une cheville au niveau immédiatement en dessous. Vous devez étirer légèrement la piste pour qu'elle s'adapte aux chevilles.
2. Placez une boule de gomme sur le petit « ralentisseur de vitesse » au milieu de la piste. Placez une autre boule de gomme en haut de la piste. Gardez votre seconde main prête à attraper la boule de gomme en bout de piste. Lâchez la boule de gomme en haut de la piste. Qu'observez-vous?



Au bout de la piste à piège d'élan, vous remarquerez la présence de nervures de friction. Elles ont été ajoutées pour ralentir légèrement la boule de gomme qui sort de la piste et améliorer les performances.

QUE SE PASSE-T-IL?

La **piste à piège d'élan** démontre quelques autres principes de physique importants. Cette piste ressemble à la piste de 180 degrés, mais avec une différence importante. Elle a un petit « ralentisseur de vitesse » au milieu. Lorsque vous placez une boule de gomme sur ce ralentisseur de vitesse (ou même dans le petit creux devant le ralentisseur) et lâchez une autre boule de gomme du haut de la piste, cette dernière roule et heurte la boule de gomme immobile. La boule de gomme immobile se met alors en mouvement et continue à descendre la piste, tandis que la boule de gomme qui se déplaçait précédemment se retrouve coincée dans le creux. Pour comprendre ce qui s'est passé ici en termes de physique, il faut comprendre la quantité de mouvement et l'inertie.

L'**inertie** est la tendance d'un corps à rester immobile ou en mouvement. Elle peut également être considérée comme la quantité de résistance à un changement de vitesse. Plus un corps a de masse, plus il a d'inertie. Puisque les deux boules de gomme ont la même masse, elles ont la même inertie.

La **quantité de mouvement** est l'effet combiné de la masse et de la vitesse d'un corps. Tous les corps mobiles ont une quantité de mouvement. Une règle fondamentale de la physique dit que la quantité de mouvement est toujours conservée lorsque deux corps entrent en collision. Lorsque les boules de gomme entrent en collision, la quantité de mouvement de la boule de gomme mobile est transférée à la boule de gomme immobile, ce qui entraîne le mouvement de cette dernière. La première boule perd sa quantité de mouvement et ralentit. Ceci décrit une **collision élastique** parfaite. Si les corps devaient se déformer ou changer de forme lors de l'impact, le résultat serait différent. Il s'agirait d'une **collision inélastique.**

Le piège d'élan peut également servir à montrer comment une boule de gomme nécessite une certaine quantité de mouvement pour pouvoir franchir la butée. Si elle a trop peu d'élan (ou quantité de mouvement), elle sera bloquée par le piège.

TRAVAIL ET ÉNERGIE

Chaque piste et chaque cascade nous permet également d'étudier le travail et l'énergie. Le **travail** est une force exercée sur une distance. Lorsque vous déplacez une boule de gomme du bas de la tour vers le haut avec votre main, vous effectuez un travail. Le déplacement d'un corps nécessite du travail.

L'**énergie** est la capacité d'un corps à effectuer du travail. L'énergie est nécessaire pour déplacer un corps sur une distance. L'énergie revêt beaucoup de formes différentes, et elle peut être convertie d'une forme à une autre. Cette machine à boules de gomme démontre deux types d'énergie : l'énergie potentielle et l'énergie cinétique.

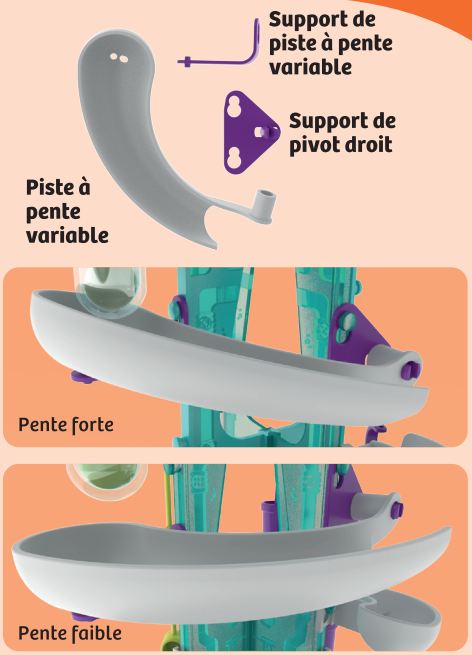
L'**énergie potentielle** est l'énergie stockée. L'**énergie cinétique** est l'énergie du mouvement. Les boules de gomme au sommet de la machine ont de l'énergie potentielle. Lorsqu'une boule de gomme commence à rouler sur la piste, son énergie potentielle est convertie en énergie cinétique. En bas de la piste, elle a moins d'énergie potentielle qu'en haut. Vous devez lui redonner de l'énergie avec votre main en la remontant vers le haut.

› › › EXPÉRIENCES

Expérience 3 : Plan incliné

EXPLICATION

1. Fixez la **piste à pente variable** à la tour. Connectez-la à la tour avec un **support de pivot droit** et le **support de piste à pente variable**. Fixez le trou du support de piste à une cheville au même niveau que le **trou supérieur** du support de pivot droit. Il en résulte une piste à forte pente.
2. Faites rouler une boule de gomme le long de la piste et attrapez-la au bout. Observez ce qui se passe.
3. Changez l'emplacement du support de piste de sorte que son trou soit au même niveau que le **trou inférieur** du support de pivot droit. Cela modifie la pente de la piste.
4. Faites à nouveau rouler une boule de gomme sur la piste. Observez ce qui se passe cette fois-ci. Augmentez la pente de la piste jusqu'à ce que la boule de gomme sorte à nouveau de la piste.



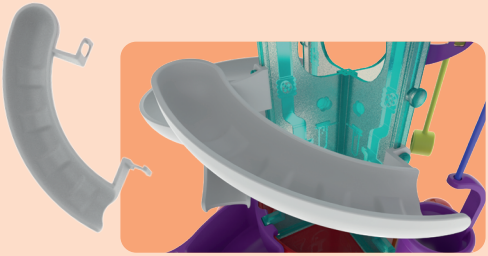
QUE SE PASSE-T-IL?

La **piste à pente variable** vous permet de réaliser des expériences sur la force de gravité. La piste peut être fixée selon différentes **pentes** ou degrés d'inclinaison.

Dans une configuration moins pentue, les boules de gomme rouleront plus lentement sur la piste que dans une configuration plus pentue. Cela est dû au fait que la pente empêche la pleine force de gravité de tirer la boule de gomme vers le bas de la piste. Plus la piste est raide, plus la gravité peut tirer la boule de gomme le long de la piste. Plus la piste est plate, plus la gravité tentera de tirer la boule de gomme dans la piste elle-même, là où elle ne peut pas aller. Cette piste à pente variable est une **mécanique simple** appelée **plan incliné.**

Au réglage le plus bas, les boules de gomme se coincent dans la piste parce que la gravité les éloigne de l'extrémité ouverte de la piste.

Expérience 4 : Friction



EXPLICATION

1. Fixez la **piste à friction** à la tour, à n'importe quel endroit.
2. Placez une boule de gomme en haut de la piste. Gardez votre seconde main prête à attraper la boule de gomme en bout de piste. Allez-y. Qu'observez-vous?

QUE SE PASSE-T-IL?

La **piste à friction** présente des reliefs. Ils provoquent le ralentissement de la boule de gomme lorsqu'elle descend la piste. Ils augmentent la friction entre la piste et la boule de gomme. La **friction** est la force qui résiste au mouvement d'objets qui glissent l'un sur l'autre. Lorsque la boule de gomme descend la piste, elle libère son énergie potentielle comme toujours. Elle fait plus de bruit que sur une piste lisse. L'augmentation de la friction entraîne une perte d'énergie sous forme de chaleur et de son. Il y a moins d'énergie à convertir en énergie cinétique, de sorte que la boule de gomme se déplace plus lentement.

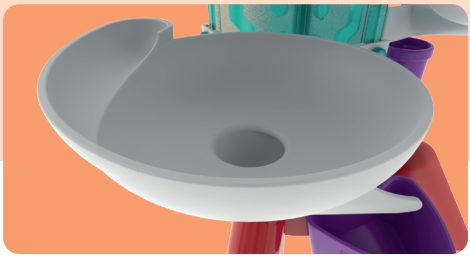
Expérience 5 : Force centripète



Entonnoir à force centripète

EXPLICATION

1. Fixez l'**entonnoir à force centripète** à la tour, à n'importe quel endroit.
2. Jetez une boule de gomme dans l'entonnoir. Gardez votre main prête à l'attraper sous le goulot de l'entonnoir. Qu'observez-vous?



QUE SE PASSE-T-IL?

L'**entonnoir à force centripète** démontre l'inertie de rotation, ou moment d'inertie, et la force centripète. Lorsqu'une boule de gomme pénètre dans l'entonnoir, la forme de l'entonnoir fait que la boule de gomme se met à tourner dans un mouvement circulaire. En ralentissant, la boule de gomme décrit un cercle de plus en plus petit autour du centre, puis tombe dans le trou.

La **force centripète** est la raison pour laquelle la boule de gomme ne roule pas simplement directement dans le trou. La force centripète est une force qui fait décrire à un corps une trajectoire courbe. Comme l'inertie, l'**inertie de rotation** de la boule de gomme décrit sa tendance à rester en mouvement et à résister au ralentissement. Mais comme la friction et la gravité s'opposent à son inertie, la boule de gomme se rapproche lentement du trou au centre.

Expérience 6 : Collisions

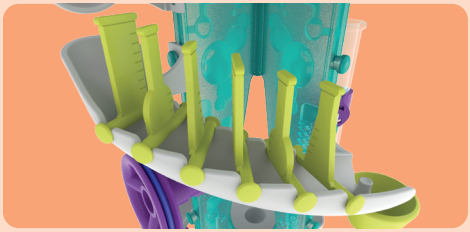


6 dominos

Piste à dominos avec poteau

EXPLICATION

1. Fixez la **piste à dominos** à la tour, à n'importe quel endroit. Insérez les six **dominos** en les glissant délicatement dans les fentes. Insérez le petit **poteau de piste à dominos** à l'extrémité de la piste. Retournez tous les dominos pour qu'ils se tiennent debout.
2. Placez une boule de gomme en équilibre sur le poteau de piste à dominos. Gardez votre main prête à l'attraper lorsqu'elle tombe. Tapotez doucement le domino le plus haut avec votre doigt. Qu'observez-vous?
3. Remettez les dominos en position verticale. Si la boule de gomme est tombée du poteau, replacez-la. Essayez maintenant de lâcher une boule de gomme en haut de la piste à dominos. Que se passe-t-il maintenant?



QUE SE PASSE-T-IL?

La **piste à dominos** offre une autre leçon sur le transfert d'élan. Lorsque vous renversez le domino avec votre doigt, cela provoque la chute des autres dominos, mais cela ne fait probablement pas tomber la boule de gomme du poteau. Ensuite, lorsque vous déposez une boule de gomme en haut de la piste à dominos, elle fait tomber les dominos, et le dernier domino chasse la boule de gomme du poteau.

Dans les deux cas, lorsque le premier domino tombe, une chaîne de collisions s'ensuit, dans laquelle chaque domino renverse le suivant. Le domino final tombe et entre en collision avec la boule de gomme placée sur le poteau. L'élan du domino final détermine si ce dernier chasse ou non la boule de gomme du poteau. L'élan donné par la poussée de votre doigt ou par la chute de la première boule de gomme sur la piste est transmis aux dominos. Vous pouvez donc en conclure que la boule de gomme qui tombe a plus d'élan que votre petit coup de doigt.

› › › EXPÉRIENCES

Expérience 7 : Aucun obstacle

EXPLICATION

1. Vous pouvez également utiliser la **piste à dominos sans les dominos et le poteau** comme une piste simple lisse de 90 degrés. Essayez!

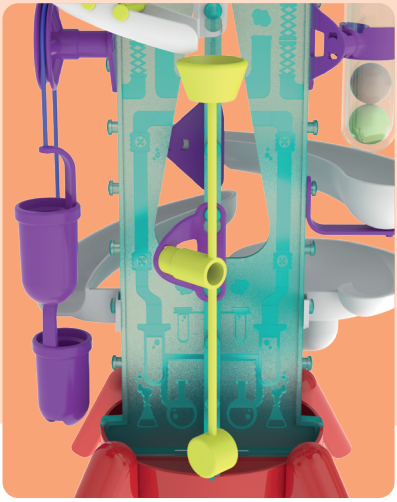


Expérience 8 : Pendule

EXPLICATION

1. Fixez **le pendule** à la tour, à n'importe quel endroit, à l'aide du **support de pivot angulaire.**
2. Déposez une boule de gomme dans la coupelle du pendule. Que se passe-t-il?
3. Ajoutez un segment de piste à la tour, à un endroit de sorte que la piste dépose une boule de gomme dans la coupelle du pendule. Faites rouler une boule de gomme le long de la piste jusque dans la coupelle du pendule. Que se passe-t-il maintenant?





QUE SE PASSE-T-IL?

Lorsqu'une boule de gomme entre dans la coupelle au sommet du pendule avec le bon angle et à la bonne vitesse, le pendule tourne sur son axe et la boule de gomme tombe sur une piste inférieure. Lorsqu'une boule de gomme est déposée directement dans la coupelle du pendule, souvent cela ne suffit pas à faire basculer le pendule.

Un **pendule** est un poids suspendu à un pivot, qui peut osciller librement. Cela démontre le centre de masse et l'équilibre stable. Le **centre de masse** est un point sur un corps représentant la position moyennée (ou médiane) de la masse du corps – la masse tout autour de ce point est équilibrée. Lorsque le pendule est stationnaire, on dit qu'il est en équilibre stable. **L'équilibre** est l'état d'un corps au repos ou en mouvement non accéléré dans lequel le résultat de toutes les forces agissant sur celui-ci est nul. Un corps est **en équilibre stable** si son centre de masse est situé verticalement au-dessus de sa base d'appui. Si son centre de masse se trouve verticalement au-dessus de sa ligne de basculement (le bord de la base), il oscille ou tombe. Le moindre mouvement le fera basculer. Mais sa stabilité dépend aussi de la force nécessaire pour le déséquilibrer.

Le pendule a été spécialement conçu avec un contrepoids en bas qui offre juste assez d'inertie pour que le pendule reste stable jusqu'à ce que la boule de gomme pénètre dans la coupelle et lui fasse quitter l'équilibre stable.

Conseils pour le pendule :

Le pendule peut nécessiter une petite poussée pour se mettre en mouvement si la boule de gomme ne tombe pas au bon angle ou à la bonne vitesse.

Le pendule risque de ne pas toujours déverser la boule de gommes au même endroit en dessous. Cela dépend de la vitesse de rotation du pendule!

Expérience 9 : Ressorts

EXPLICATION

1. Fixez le **trampoline** à la tour, à n'importe quel endroit, à l'aide du **support de pivot droit**. Tendez les élastiques tout autour de l'anneau du trampoline. Les encoches de l'anneau empêchent les élastiques de glisser. Essayez d'espacer uniformément les élastiques autour de l'anneau. Positionnez le trampoline à un angle tel que, lorsqu'une boule de gomme y tombe dessus, celle-ci rebondit sur le segment de piste suivant.
2. Faites tomber une boule de gomme sur le trampoline. Répétez l'opération avec le trampoline réglé à différents angles.





QUE SE PASSE-T-IL?

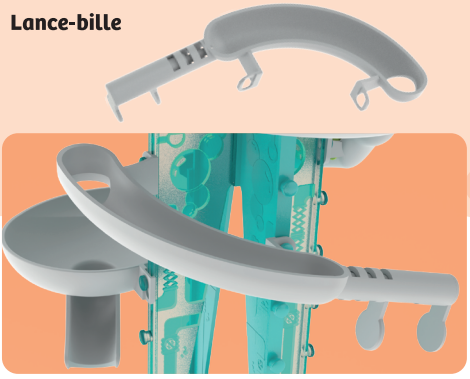
Le **trampoline** ouvre une fenêtre sur deux autres grands domaines de la physique : les ressorts et les projectiles. Les élastiques du trampoline fonctionnent comme un **ressort**. Lorsqu'un corps en mouvement étire ou comprime un ressort, cela convertit son énergie cinétique en énergie potentielle stockée dans le ressort. Ensuite, le ressort rebondit et repousse le corps. La quantité de force exercée sur un ressort est proportionnelle à la quantité ou amplitude d'étirement ou de compression du ressort. Plus la boule de gomme a de l'élan lorsqu'elle frappe le trampoline, plus les élastiques s'étireront. Plus les élastiques s'étirent, plus ils auront de force pour repousser la boule de gomme.

Lorsque le trampoline fait rebondir la boule de gomme en l'air, celle-ci devient un projectile. Un **projectile** est un corps sur lequel seule la force de gravité agit. La trajectoire que suivent les projectiles en se déplaçant dans l'air peut être prédite en fonction de la vitesse, de l'angle et de la hauteur auxquels ils ont été lancés.

Expérience 10 : Projectiles

EXPLICATION

1. Fixez le **lance-bille** à la tour, à n'importe quel endroit.
2. Placez une boule de gomme dans le lance-bille. Tirez sur la gâchette et relâchez-la. Que se passe-t-il?



QUE SE PASSE-T-IL?

Lorsqu'une boule de gomme tombe dans le lance-bille, vous pouvez tirer manuellement sur la gâchette et la relâcher pour relancer la boule de gomme vers le haut et la faire ressortir de la piste et descendre vers une autre section de piste.

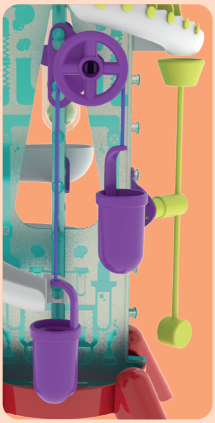
Le **lance-bille** est similaire au trampoline en ce qu'il applique les principes des ressorts et des projectiles. Dans le lance-bille, il y a un ressort métallique. Lorsque vous tirez la gâchette vers l'arrière, le ressort se comprime et stocke de l'énergie. Lorsque vous relâchez la gâchette, l'énergie stockée est libérée et convertie en énergie cinétique, qui est transférée à la boule de gomme et la pousse le long de la piste. La boule de gomme est un projectile qui roule le long de la piste, comme une bille à l'intérieur d'un billard électrique.

Expérience 11 : Poulies

EXPLICATION

1. Fixez la **poulie** à la tour, à un endroit relativement haut, à l'aide du **support de pivot droit**. Attachez une extrémité de la **ficelle** à l'anse d'un **godet de poulie**. Attachez l'autre extrémité de la ficelle à l'anse du second godet. Passez la ficelle sur la roue de la poulie avec un godet de chaque côté.
2. Déposez une boule de gomme dans l'un des godets. Déposez une boule de gomme dans l'autre godet. Que se passe-t-il?





QUE SE PASSE-T-IL?

Les **godets et la roue de la poulie** illustrent une **mécanique simple** appelée **poulie**. Cette configuration montre comment une force vers le bas (le poids d'une boule de gomme) appliquée d'un côté est transformée en une force vers le haut sur le godet de l'autre côté.

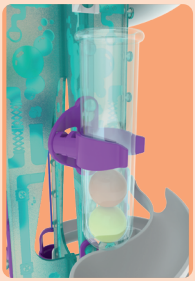
Les poulies peuvent changer la direction d'une force, ainsi que la quantité de force nécessaire, pour effectuer le travail. Si vous placez deux boules de gomme dans le second godet de la poulie, il faudra probablement faire tomber deux boules de gomme au moins dans le premier godet de la poulie afin que le poids soit suffisant pour soulever le second.

Expérience 12 : Centre de masse

EXPLICATION

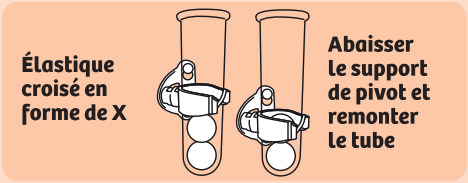
1. Fixez le **tube de basculement** à la tour, à n'importe quel endroit, à l'aide du **support de pivot angulaire avec butée**. Si le tube glisse vers le bas dans le collier, tendez un **élastique** en forme de X sur les extrémités du collier pour maintenir le tube en place. Le tube de basculement doit être positionné haut dans le collier. Une plus grande partie du tube doit se trouver au-dessus du collier.
2. Déposez des boules de gomme dans le tube une à une. Après chaque dépôt, essayez de renverser le tube. Que remarquez-vous lorsque le tube se remplit?





QUE SE PASSE-T-IL?

Tout comme le pendule, le **tube de basculement** illustre le centre de masse et l'équilibre stable. Lorsque des boules de gomme tombent dans le tube, elles y restent jusqu'à ce que le centre de masse dépasse le point d'équilibre stable et que le tube se renverse, déversant les boules de gomme sur la piste en dessous.



Conseils pour le tube de basculement :
Si le tube de basculement ne pivote pas dans le bon sens, vérifiez que le collier est correctement fixé au support de pivot. S'il ne bascule pas du tout, essayez de déplacer le support de pivot angulaire d'une cheville vers le bas de la tour et de positionner le tube plus haut dans le collier. Essayez également en commençant avec différents nombres de boules de gomme dans le tube.

Maintenant que vous savez comment fonctionnent toutes les pistes et les cascades, suivez les instructions d'assemblage pas à pas des pages suivantes pour configurer trois machines à boules de gomme de niveau expert, qui utilisent de nombreuses pièces.

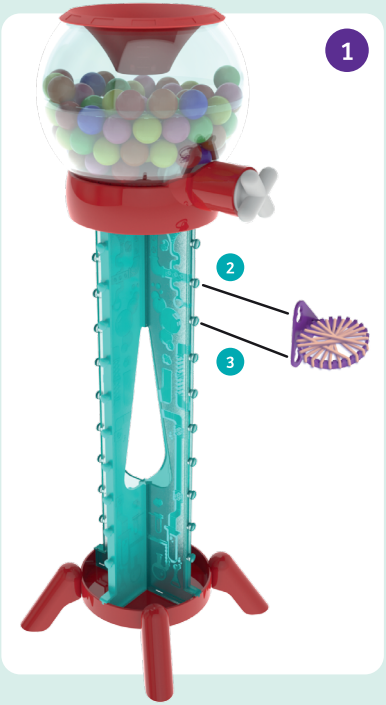
››› CONFIGURATION EXPERTE 1

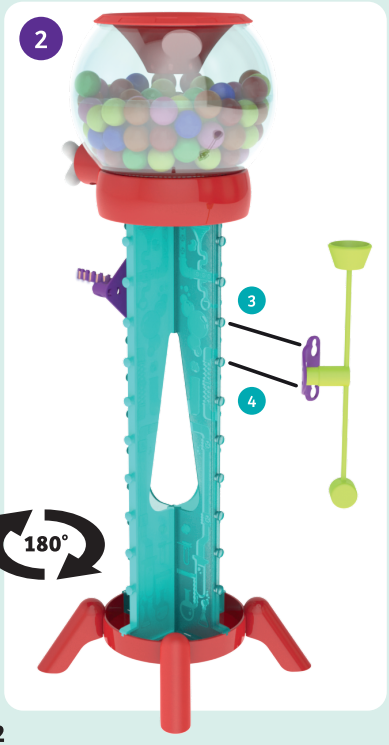
Après avoir effectué les expériences des pages 5 à 11, vous pouvez essayer ces configurations plus difficiles. Utilisez ce que vous avez appris des expériences précédentes pour ajuster les configurations jusqu'à ce qu'elles fonctionnent correctement. Pouvez-vous faire en sorte qu'une boule de gomme arrive jusqu'en bas, en réussissant toutes les cascades?

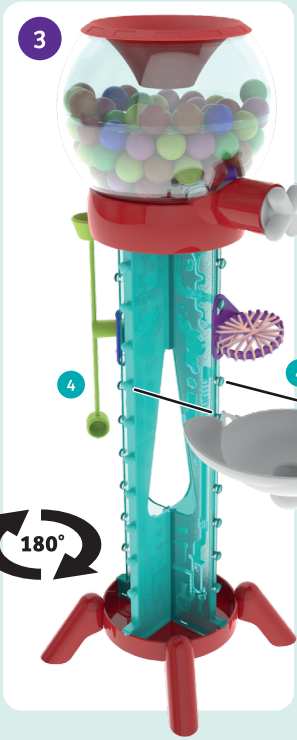
EXPLICATION

1. Avec les élastiques enveloppant l'anneau du trampoline, et le trampoline fixé au support de pivot droit (comme décrit à la page 10), fixez le trampoline à la tour avec le support de pivot. Fixez-le sur le côté de la tour sous le bouton du distributeur, sur les deuxième et troisième chevilles en partant du haut, c'est-à-dire les chevilles 2 et 3.

2. Tournez le modèle de 180 degrés de sorte que le bouton soit orienté vers l'arrière. Fixez le pendule avec le support de pivot angulaire aux chevilles 3 et 4 sur le côté de la tour opposé au bouton.







3. Tournez le modèle de 180 degrés de sorte que le bouton soit de nouveau orienté vers l'avant. Fixez l'entonnoir à force centripète à la cheville 4 sur le côté de la tour, sous le bouton, et à la cheville 4 sur le côté gauche, comme illustré.

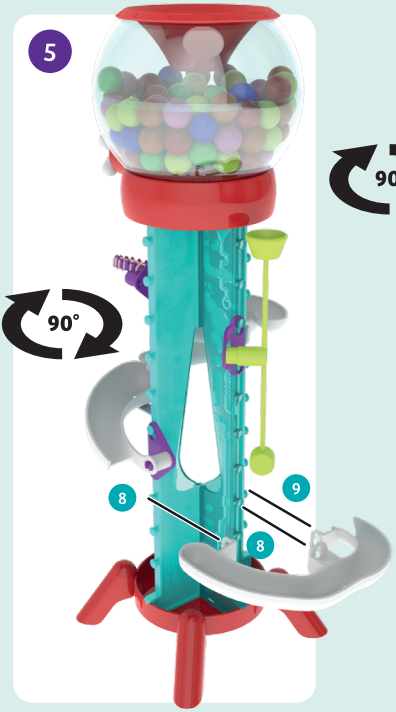
››› CONFIGURATION EXPERTE 1

4 Tournez le modèle de 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre. Fixez le support de piste à pente variable à la cheville 6 sur le côté de la tour, sous le bouton. Fixez la piste à pente variable avec le support de pivot droit aux chevilles 6 et 7 sur le côté droit, comme illustré. Fixez la piste à pente variable à son support en plaçant la cheville du support dans le trou de la piste.

5 Tournez à nouveau le modèle de 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre. Fixez la piste à piège d'élan aux chevilles 8, 8 et 9 sur les trois côtés de la tour montrés sur l'image.

6 Tournez à nouveau le modèle de 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre. Fixez la roue de la poulie avec le support de pivot droit aux chevilles 7 et 8 sur le côté de la tour à gauche du bouton, comme illustré.







Attachez une extrémité de la ficelle à l'anse d'un godet de poulie. À l'aide d'une règle, mesurez cinq pouces sur la ficelle à partir du point d'attache au premier godet de la poulie. Attachez l'autre extrémité de la ficelle à l'anse du second godet. Maintenant, il doit y avoir cinq pouces de ficelle entre les deux godets.

Accrochez la ficelle à la roue et positionnez le godet gauche de la poulie en bas de la piste à piège d'élan.



7 Ajustez toutes les pistes et les cascades de sorte que, selon votre meilleure estimation, une boule de gomme parcoure tout le chemin du distributeur jusqu'au godet de la poulie. Placez une boule de gomme dans le piège d'élan et une autre dans le godet droit de la poulie. L'assemblage est terminé!

Il est maintenant temps de tester la configuration!

8 Il est conseillé de placer la machine à boules de gomme sur un plateau, dans le couvercle d'une boîte ou sur un morceau de tissu comme une nappe lorsque vous faites vos essais. En effet, il est normal que des boules de gomme tombent de la piste ou qu'une cascade rate sa cible de temps en temps. Vous devez ajuster soigneusement le modèle pour que la boule de gomme se déplace de haut en bas sans dévier de sa trajectoire. Le plateau, le couvercle de boîte ou la nappe contribuera à empêcher les boules de gomme de rouler partout lorsqu'elles tombent de la machine.

9 Maintenez la machine à boules de gomme d'une main. Tournez le bouton du distributeur dans le sens des aiguilles d'une montre pour délivrer une boule de gomme. Si le bouton se bloque, tournez-le dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour éliminer le blocage. Que se passe-t-il?

10 Segment par segment, effectuez les réglages du modèle jusqu'à ce que la boule de gomme atteigne le godet au bout.

11 Tournez le globe et le distributeur de l'autre côté et essayez le deuxième parcours.

12 Remettez la boule de gomme dans le globe à chaque fois en prenant le godet de la poulie et en le déversant dans l'entonnoir du globe.

QUE SE PASSE-T-IL?

Dans une course parfaite, la machine fonctionne comme ceci : Sur le premier côté, la boule de gomme tombe du distributeur sur le trampoline. Elle rebondit dans l'entonnoir à force centripète, où elle tourne en spirale. Elle tombe dans le trou et atterrit sur la piste à pente variable. Elle roule vers le bas jusque dans le piège d'élan. Si une boule de gomme se trouve déjà dans le piège d'élan, la première boule de gomme frappe celle déjà là, qui descend alors la piste et atterrit dans le godet de la poulie. Selon le nombre de boules de gomme dans chaque godet, le godet de la poulie peut descendre ou pas. Sur le second côté, la différence est que la boule de gomme commence dans le pendule avant de tomber dans une piste en dessous. L'endroit où la boule de gomme atterrit dépend de la vitesse de rotation du pendule. Le pendule peut avoir besoin d'une légère poussée, car la boule de gomme tombe directement dedans depuis le distributeur.

››› CONFIGURATION EXPERTE 2

Maintenant que vous avez construit la première configuration, essayez cette configuration. Elle est encore plus difficile.

EXPLICATION

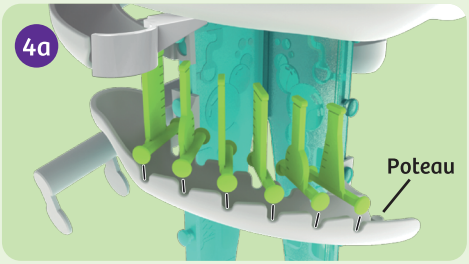
1. Fixez la piste à piège d'élan à la tour. Fixez son côté gauche à la cheville 1 sur le côté de la tour, sous le bouton. Fixez le milieu à la cheville 1 sur le côté suivant de la tour à droite, et son côté droit à la cheville 2 sur le côté de la tour opposé au bouton.
2. Tournez le modèle de 180 degrés de sorte que le bouton soit orienté vers l'arrière. Fixez la piste directe de 180 degrés aux chevilles 1, 1 et 2 sur le côté de la tour opposé à la piste à piège d'élan.
3. Fixez le lance-bille aux chevilles 3 et 4 sur les côtés sous la piste directe de 180 degrés, comme illustré.

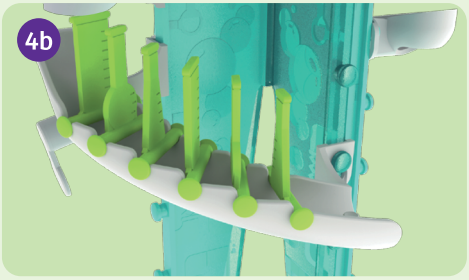


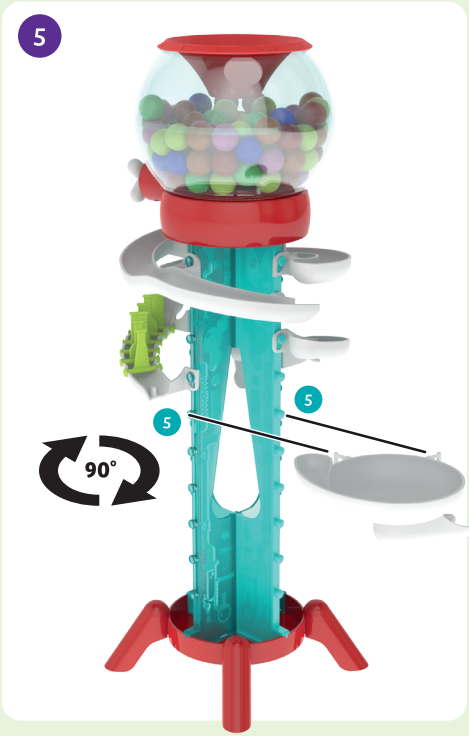












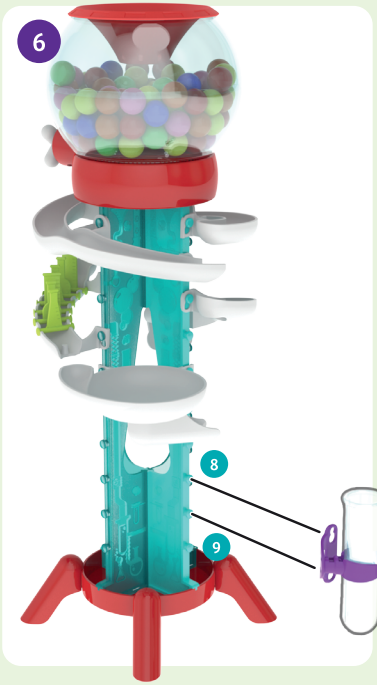
4 Tournez le modèle de 180 degrés. Fixez la piste à dominos à la tour. Fixez son côté gauche à la cheville 3 sur le côté de la tour, sous le bouton. Fixez son côté droit à la cheville 4 sur le côté de la tour à droite du bouton. Fixez ensuite la butée de piste à dominos sur le côté de la tour à l'extrémité de la piste de 180 degrés, juste au-dessus de la cheville 3, comme illustré.

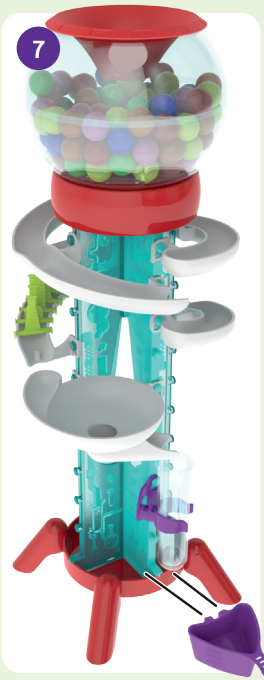
4a Insérez les six dominos et le poteau de la piste à dominos dans la piste à dominos. Le côté plat de chaque domino doit être orienté vers l'extrémité supérieure de la piste à dominos.

4b Assurez-vous que tous les dominos sont debout bien droits. Ils tomberont probablement lors de l'assemblage. Il vous suffit de les remettre en place avant chaque course de boule de gomme.

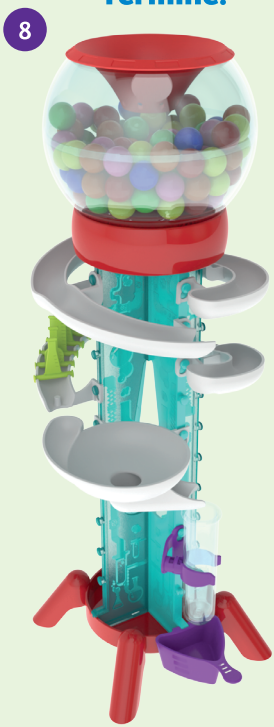
5 Tournez le modèle de 90 degrés. Fixez l'entonnoir à force centripète à la tour. Fixez son côté gauche à la cheville 5 et son côté droit à la cheville 5, comme illustré.

››› CONFIGURATION EXPERTE 2





Terminé!



6. Fixez le tube de basculement avec le support de pivot angulaire aux chevilles 8 et 9, comme illustré. Assurez-vous que le tube de basculement est maintenu haut dans le collier, de sorte qu'une boule de gomme sortant de l'entonnoir tombe dans le tube.

7. Accrochez la coupelle de collecte au bord de la base, sous le tube de basculement.

8. Ajustez toutes les pistes et les cascades de sorte que, selon votre meilleure estimation, une boule de gomme parcoure tout le chemin du distributeur jusqu'à la coupelle de collecte. Placez une boule de gomme dans le piège d'élan, une autre sur le poteau de la piste à dominos et deux autres dans le tube de basculement. L'assemblage est terminé!

Il est maintenant temps de tester la configuration!

9. Suivez les étapes 8 à 11 de la page 14, comme vous l'avez fait pour la première configuration.

10. Lorsque la boule de gomme tombe dans la piste du lance-bille, vous devez la relancer en tirant puis relâchant la gâchette. Après un parcours, remettez la boule de gomme dans le globe à chaque fois en prenant la coupelle de collecte et en la déversant dans l'entonnoir du globe.

QUE SE PASSE-T-IL?

Dans une course parfaite, la machine fonctionne comme ceci : Sur le premier côté, la boule de gomme tombe du distributeur sur la piste à piège d'élan. La boule de gomme du piège tombe dans le lance-bille, où vous la relancez afin qu'elle tombe dans le tube de basculement. Sur le second côté, la balle de gommes roule à partir de la piste lisse de 180 degrés, renverse les dominos, puis s'envole de la machine en raison de sa vitesse de mouvement. Les dominos font tomber la boule de gomme de la piste à dominos dans l'entonnoir à force centripète. Elle roule ensuite dans le tube de basculement, qui bascule et se déverse dans la coupelle ou à la base de la machine. Vous devrez peut-être tapoter le tube de basculement pour le faire basculer.

››› CONFIGURATION EXPERTE 3

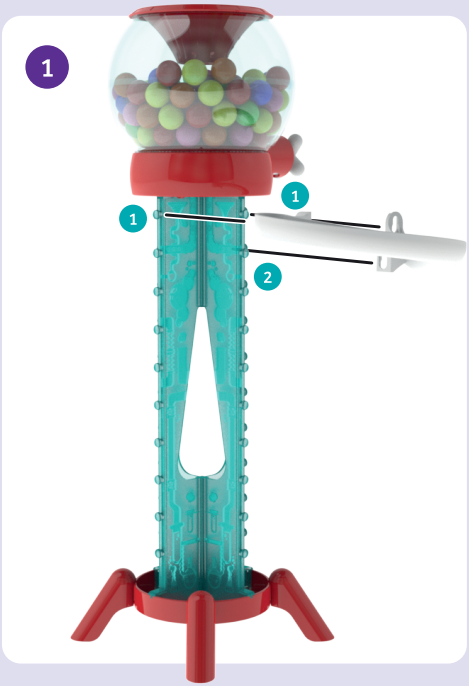
Maintenant que vous avez construit les deux premières configurations, essayez cette configuration. C'est la plus difficile.

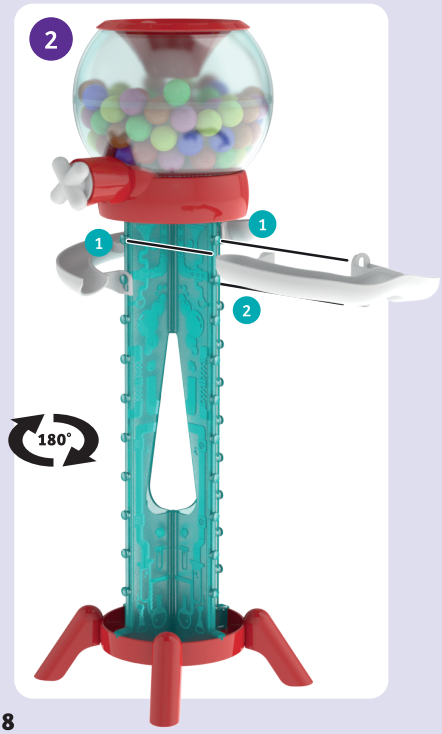
EXPLICATION

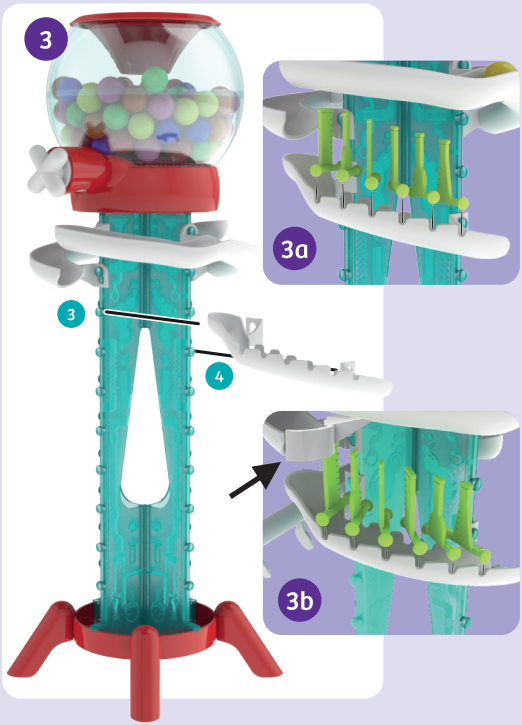
1. Fixez la piste directe de 180 degrés aux chevilles 1, 1 et 2 sur les côtés de la tour, comme illustré. Faites attention à l'emplacement du bouton.
2. Tournez le modèle de 180 degrés de sorte que le bouton soit orienté vers l'avant. Fixez la piste à piège d'élan à la tour sur les chevilles 1, 1 et 2 sur les côtés de la tour, comme illustré.
3. Fixez la piste à dominos aux chevilles 3 et 4 sur les côtés, sous la piste à piège d'élan, comme illustré.

3a. Insérez les six dominos et le poteau de la piste à dominos dans la piste à dominos.

3b. Fixez la butée de piste à dominos sur le côté de la tour, à l'extrémité de la piste de 180 degrés, qui débouche sur la piste à dominos.







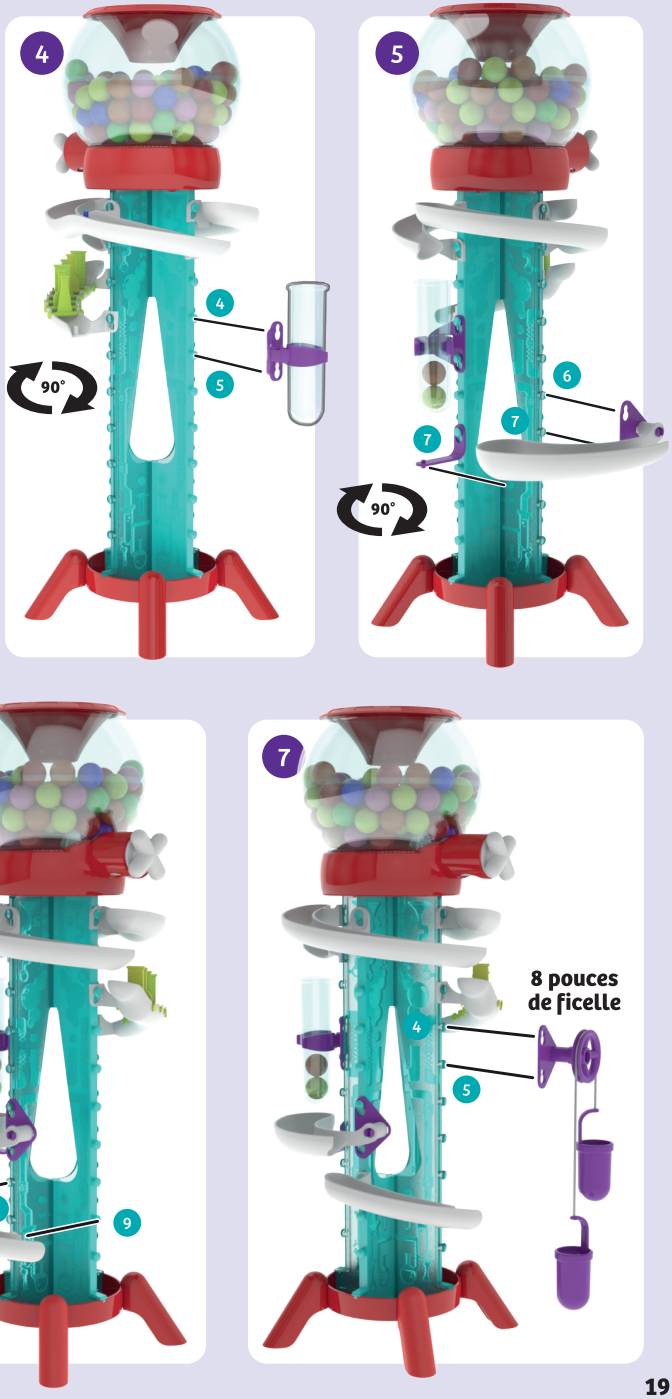
› › › CONFIGURATION EXPERTE 3

4 Tournez le modèle de 90 degrés. Fixez le tube de basculement avec le support de pivot angulaire aux chevilles 4 et 5, comme illustré.

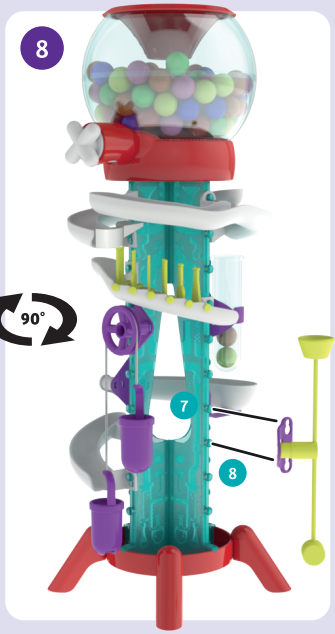
5 Tournez le modèle de 90 degrés. Fixez la piste à pente variable avec le support de pivot droit et le support de piste aux chevilles 7, 6 et 7, comme illustré.

6 Tournez le modèle de 90 degrés. Fixez la piste à friction aux chevilles 8 et 9, comme illustré.

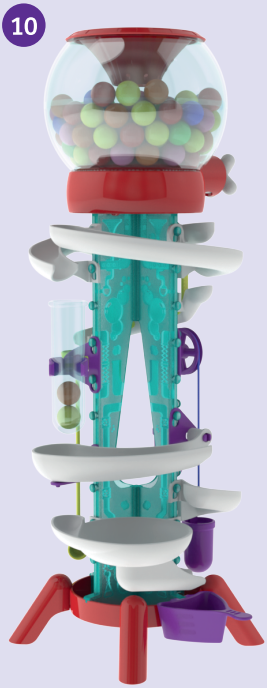
7 Fixez la roue et les godets de la poulie aux chevilles 4 et 5, comme illustré. La ficelle entre les godets de la poulie doit mesurer 8 pouces de long.



Terminé!







8 Tournez le modèle de 90 degrés. Fixez le pendule avec le support de pivot angulaire aux chevilles 7 et 8, comme illustré.

9 Tournez le modèle de 180 degrés. Fixez l'entonnoir à force centripète aux chevilles 9 et 9.

10 Accrochez la coupelle de collecte au bord de la base, sous l'entonnoir à force centripète. Ajustez toutes les pistes et les cascades de sorte que, selon votre meilleure estimation, une boule de gomme parcoure tout le chemin du distributeur jusqu'à la coupelle de collecte. Placez une boule de gomme dans le piège d'élan. Il est facultatif de commencer avec une boule de gomme ou deux dans le tube de basculement. L'assemblage est terminé!

Il est maintenant temps de tester la configuration!

11 Suivez les étapes 8 à 11 de la page 14, comme vous l'avez fait pour la première configuration. Vous devrez ajuster l'angle de la piste à pente variable pour que les boules de gomme qui y roulent puissent en sortir.

12 Après un parcours, remettez la boule de gomme dans le globe à chaque fois en prenant la coupelle de collecte et en la déversant dans l'entonnoir du globe.

QUE SE PASSE-T-IL?

Dans une course parfaite, la machine fonctionne comme ceci : Les pistes et les cascades fonctionnent de la même manière que dans les configurations précédentes. Les nouveaux éléments de cette configuration sont la piste à friction et le pendule. La piste à friction ralentit la boule de gomme. Vous remarquerez peut-être que la boule de gomme fait plus de bruit lorsqu'elle descend la piste à friction. Le pendule bascule et dépose une boule de gomme dans l'entonnoir à force centripète. Comme dans la configuration précédente, le tube de basculement peut nécessiter un léger coup de pouce pour basculer. Sur son réglage le plus bas, les boules de gomme ne roulent pas sur la piste à pente variable après y avoir été déversées par le tube de basculement. Essayez d'augmenter la pente de la piste et observez ce qui se passe.

Concevez votre propre modèle! Maintenant que vous savez comment fonctionnent toutes les pièces de la machine à boules de gomme, vous pouvez concevoir, construire et tester vos propres configurations.

En tant que défi, pouvez-vous concevoir une machine à boules de gomme dans laquelle les boules de gomme arrivent jusqu'au bout chaque fois qu'elles sont distribuées?



Qualité et sécurité Kosmos

Chacun des produits Kosmos compte plus de cent ans d'expertise dans la publication de trousses d'expériences scientifiques. Les trousses d'expériences Kosmos sont conçues par une équipe de spécialistes expérimentés et elles sont testées avec le plus grand soin, lors du développement et de la production. En ce qui concerne la sécurité des produits, ces trousses d'expériences respectent les normes de sécurité européennes et américaines, ainsi que nos propres directives de sécurité exclusives. En travaillant en étroite collaboration avec nos partenaires de fabrication et nos laboratoires de test de sécurité, nous sommes en mesure de contrôler toutes les étapes de la production. Bien que la majorité de nos produits soient fabriqués en Allemagne, tous nos produits suivent les mêmes normes de qualité strictes, quelle que soit leur origine.

3e édition ©2019, 2020 Thames & Kosmos, LLC, Providence, RI, États-Unis
Thames & Kosmos® est une marque déposée de Thames & Kosmos, LLC.

Cette œuvre, y compris toutes ses parties, est protégée par un droit d'auteur. Toute utilisation en dehors des limites spécifiques du droit d'auteur sans le consentement de l'éditeur est interdite et punie par la loi. Cela s'applique spécifiquement aux reproductions, traductions, microfilmage, stockage et traitement dans les systèmes et réseaux électroniques. Nous ne garantissons pas que tout le matériel contenu dans cette œuvre est libre de tout autre droit d'auteur ou de toute autre protection.

Texte et édition : Ted McGuire
Modèle de conception de l'emballage : Atelier Bea Klenk, Klenk/Riedinger
Conception de l'emballage : Dan Freitas

L'éditeur a fait tout en son possible pour localiser les détenteurs de droits d'image de toutes les photos utilisées. Si, dans un cas particulier, les détenteurs de droits d'image ne sont pas mentionnés, ils sont invités à fournir une preuve de leurs droits d'image à l'éditeur afin qu'ils puissent recevoir une redevance d'image conforme aux normes de l'industrie.

Distribué en Amérique du Nord par Thames & Kosmos, LLC. Providence, RI 02903
Téléphone : 800-587-2872; Web: www.thamesandkosmos.com

Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications techniques.

Printed in China / Imprimé en Chine

Glossaire des termes de physique

Accélération : L'accélération est la mesure du changement de vitesse (ou plus précisément, de vélocité) sur une certaine durée.

Centre de masse : Le centre de masse est un point sur un corps représentant la position moyennée (ou médiane) de la masse du corps – la masse tout autour de ce point est équilibrée.

Collision élastique : Une collision élastique est une interaction entre deux corps dans laquelle l'énergie cinétique totale des deux corps reste la même. Par exemple, ils rebondissent parfaitement l'un sur l'autre.

Collision inélastique : Une collision inélastique est une collision dans laquelle l'énergie cinétique n'est pas conservée en raison de l'action de la friction interne. Par exemple, les corps se déforment et la collision libère de l'énergie thermique et sonore.

Corps : Un corps est un terme physique pour désigner une chose ou un objet matériel, qui a une masse.

Énergie cinétique : L'énergie cinétique est l'énergie du mouvement.

Énergie potentielle : L'énergie potentielle est l'énergie stockée.

Énergie : L'énergie est la capacité d'un corps à effectuer du travail.

Équilibre stable : L'équilibre stable est l'état d'un corps lorsque son centre de masse est situé verticalement au-dessus de sa base d'appui et qu'il ne risque pas de basculer.

Équilibre : L'équilibre est l'état d'un corps immobile ou en mouvement non accéléré dans lequel le résultat de toutes les forces agissant sur celui-ci est nul.

Force centripète : La force centripète est une force qui fait décrire à un corps une trajectoire courbe.

Force : Une force est la cause d'un changement d'état de mouvement d'un corps.

Friction : La friction est la force qui résiste au mouvement d'objets qui glissent l'un sur l'autre.

Gravité : C'est la force d'attraction terrestre sur une masse.

Inertie de rotation : L'inertie de rotation est la tendance d'un corps à rester en mouvement le long d'une trajectoire circulaire autour d'un axe et à résister au ralentissement.

Inertie : L'inertie est la tendance d'un corps à rester immobile ou en mouvement.

Masse : La masse est la quantité de matière dans un objet ou un corps.

Matière : La matière est toute substance physique qui occupe de l'espace.

Pendule : Un pendule est un poids suspendu à un pivot, qui peut osciller librement.

Pente : La pente est le degré d'inclinaison; c'est le rapport entre les écarts de position verticalement et horizontalement de deux points sur une ligne.

Plan incliné : Un plan incliné est une surface plane qui forme un angle avec une extrémité plus haute que l'autre, également appelée rampe.

Poids : Le poids est une mesure de la force exercée par la gravité sur la masse.

Poulie : Une poulie est une mécanique simple constituée d'une roue sur un essieu sur laquelle passe un câble ou une chaîne qui change la direction de la force utilisée pour soulever une charge.

Projectile : Un projectile est un corps sur lequel seule la force de gravité agit.

Quantité de mouvement : La quantité de mouvement est l'effet combiné de la masse et de la vitesse d'un corps.

Ressort : Un ressort est un objet élastique qui stocke l'énergie mécanique.

Travail : Le travail est une force exercée sur une distance.

Vélocité : La vélocité est la vitesse et la direction du mouvement d'un corps.

Vitesse : La vitesse est la distance parcourue par un corps dans un certain temps.

550101-2L-03-010921