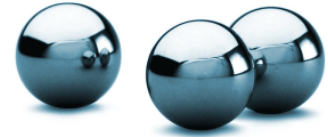




Atrito e rolamentos



Fornecido pelo TryEngineering - www.tryengineering.org
[Clique aqui para dar seu feedback sobre esta lição](#)

Foco da lição

A lição enfoca o conceito de atrito e o uso de rolamentos de esferas para reduzir o atrito.

Resumo da lição

A atividade Atrito e rolamentos explora o conceito de atrito e mostra como rolamentos de esferas reduzem o atrito. Os alunos aprendem a respeito de diferentes usos dos rolamentos de esferas, como os projetos mudaram ao longo do tempo para incorporar rolamentos de roletes, teste de atrito usando bolinhas de gude e a identificação do uso de rolamentos de esferas em itens do dia-a-dia.

Faixa etária

8-18.

Objetivos

- ✦ Aprender sobre atrito.
- ✦ Aprender sobre rolamentos de esferas.
- ✦ Aprender como os engenheiros aperfeiçoaram os rolamentos de esferas e sobre o desenvolvimento dos rolamentos de roletes.
- ✦ Aprender como rolamentos de esferas/roletes são usados em máquinas e afetam o dia-a-dia.
- ✦ Aprender sobre trabalho em equipe e a solução de problemas em grupo.

Resultados esperados para os alunos

Como resultado desta atividade, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Atrito.
- ✦ Rolamentos de esferas.
- ✦ Projeto de engenharia.
- ✦ Solução de problemas.
- ✦ Trabalho em equipe.

Atividades da lição

Os alunos aprendem sobre atrito e sobre como rolamentos de esferas reduzem o atrito e estendem a vida útil das máquinas. Os tópicos examinados incluem atrito, rolamentos de esfera, projeto de engenharia e solução de problemas. Os estudantes trabalham em equipes, usando bolinhas de gude para simular rolamentos de esferas.

Recursos/Materiais

- ✦ Documentos de recursos do professor (anexos).
- ✦ Folha de recursos do aluno (anexa).
- ✦ Folhas de trabalho do aluno (anexas).

Alinhamento a grades curriculares

Consulte a folha de alinhamento curricular anexa.

Recursos na internet

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org).
- ✦ Timken - tipos de rolamento antiatrito (www.timken.com/products/bearings/fundamen/compare.asp).
- ✦ Conceitos básicos de rolamentos (www.bearings.machinedesign.com/BDEList.aspx).
- ✦ Padrões da ITEA para a Educação Tecnológica: conteúdo para o estudo de tecnologia (www.iteaconnect.org/TAA/Publications/TAA_Publications.html).
- ✦ Compêndio McREL de Padrões e Marcas de Referência (www.mcrel.org/standards-benchmarks). Uma compilação dos padrões atuais do currículo K-12 (ensino fundamental e médio) dos EUA, em formatos pesquisável e navegável.
- ✦ Padrões Educacionais de Ciência dos EUA (www.nsta.org/standards).

Leituras recomendadas

- ✦ Timken: From Missouri to Mars - A Century of Leadership in Manufacturing (ISBN: 0875848877).
- ✦ Bicycling Science, de David Gordon Wilson (ISBN: 0262731541).
- ✦ Ball and Roller Bearings : Theory, Design and Application (ISBN: 0471984523).

Atividade escrita opcional

- ✦ Escrever um ensaio ou parágrafo descrevendo três máquinas diferentes que incorporam rolamentos de esferas ou roletes. Como o uso dos rolamentos melhora essas máquinas?

Extensão para estudantes mais velhos

- ✦ Estudantes mais velhos podem trabalhar em equipe para explorar se outros formatos de rolamentos podem ter vantagens sobre os projetos atuais de esferas e roletes. Por que ou por que não?



Para professores:

Alinhamento a grades curriculares

Nota: Todos os planos de aula deste conjunto são alinhados ao National Science Education Standards dos EUA, produzidos pelo National Research Council e endossados pela National Science Teachers Association e, se aplicável, ao Standards for Technological Literacy da International Technology Education Association.

◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, séries K-4 (idades de 4 a 9 anos)

CONTEÚDO PADRÃO B: ciências físicas

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Propriedades de objetos e materiais.
- ✦ Posição e movimentos dos objetos.

CONTEÚDO PADRÃO E: ciência e tecnologia

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ✦ Habilidades de projeto tecnológico.

CONTEÚDO PADRÃO G: história e natureza da ciência

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Ciência como um esforço humano.

◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, 5ª a 8ª séries (idades de 10 a 14 anos)

CONTEÚDO PADRÃO B: ciências físicas

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Propriedades e alterações das propriedades da matéria.
- ✦ Movimentos e forças.
- ✦ Transferência de energia.

CONTEÚDO PADRÃO E: ciência e tecnologia

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ✦ Habilidades de projeto tecnológico.
- ✦ Compreensão de ciência e tecnologia.

CONTEÚDO PADRÃO G: história e natureza da ciência

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Ciência como um esforço humano.
- ✦ História da ciência.

◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, 9ª a 12ª séries (idades de 14 a 18 anos)

CONTEÚDO PADRÃO B: ciências físicas

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Movimentos e forças.
- ✦ Interações entre matéria e energia.

CONTEÚDO PADRÃO E: ciência e tecnologia

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver:

- ✦ Habilidades de projeto tecnológico.
- ✦ Compreensão de ciência e tecnologia.

CONTEÚDO PADRÃO F: ciência em perspectivas pessoais e sociais

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Ciência e tecnologia em desafios locais, nacionais e globais.

CONTEÚDO PADRÃO G: história e natureza da ciência

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Perspectivas históricas.

◆ Padrões para a Educação Tecnológica - todas as idades

Tecnologia e sociedade

- ✦ Padrão 6: Os estudantes desenvolverão uma compreensão do papel da sociedade no desenvolvimento e uso da tecnologia.
- ✦ Padrão 7: Os estudantes desenvolverão uma compreensão da influência da tecnologia na história.

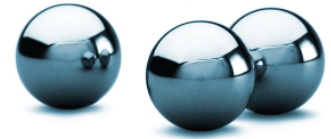
Projeto

- ✦ Padrão 8: Os estudantes desenvolverão uma compreensão dos atributos de projeto.
- ✦ Padrão 9: Os estudantes desenvolverão uma compreensão do projeto de engenharia.

Habilidades para um mundo tecnológico

- ✦ Padrão 13: Os estudantes desenvolverão habilidades para avaliar o impacto de produtos e sistemas.

Atrito e rolamentos



Para professores: Recursos do professor

◆ Propósito da lição

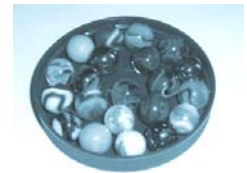
Explorar o conceito de atrito, demonstrando como rolamentos de esferas e de roletes funcionam para reduzir o atrito no projeto de máquinas. Os alunos comparam a redução do atrito na movimentação de uma tampa sobre diversas superfícies quando são usadas bolinhas de gude para interagir com a superfície, aprendem sobre rolamentos de esferas e como eles evoluíram ao longo do tempo e trabalham em equipe para explorar o conceito de atrito.

◆ Objetivos da lição

- ✦ Os alunos aprenderem sobre atrito.
- ✦ Os alunos aprenderem como incorporar rolamentos de esferas ao projeto de uma máquina pode reduzir o atrito.
- ✦ Os alunos aprenderem sobre diversas máquinas que incorporam rolamentos de esferas e roletes.
- ✦ Os alunos aprenderem sobre trabalho em equipe.

◆ Materiais

- Folha de recursos do aluno.
- Folha de trabalho do aluno
- Um conjunto de materiais para cada grupo de estudantes:
 - Tampa de pote (de maionese ou recipiente semelhante).
 - 25 bolinhas de gude de tamanho idêntico (maiores do que a altura da tampa usada).
 - Livro.
 - Pedaco de tapete ou carpete (o carpete pode ser usado para proteger o piso contra riscos).



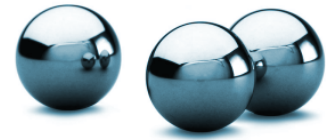
◆ Procedimento

1. Mostre aos estudantes as diversas folhas de referência do aluno. Elas podem ser lidas em sala ou fornecidas como material de leitura como lição de casa para a noite anterior à aula.
2. Divida os alunos em grupos de 3 a 4 estudantes; forneça um conjunto de materiais por grupo.
3. Peça aos estudantes que sintam a intensidade do atrito quando tentam mover a tampa do pote (a parte que enrosca no pote para baixo) sobre diferentes superfícies: tampo da carteira, piso de lajotas, pedaco de carpete.
4. Em seguida, peça para que os alunos coloquem debaixo da tampa de pote bolinhas de gude suficientes para preencher quase totalmente o espaço (mas deixando o suficiente para que as bolinhas possam se mover livremente). Use um livro para inverter a tampa com as bolinhas e peça para que os alunos percebam o quanto fica mais fácil mover a tampa pelas mesmas superfícies testadas anteriormente.
5. Experimente outra variação, em que um livro ou outro peso é colocado sobre a tampa (com e sem as bolinhas de gude embaixo). A base de bolinhas de gude permite movimentação mais fácil com diferentes pesos?
6. Peça aos estudantes que citem diferentes máquinas que incorporam rolamentos de esferas ou de roletes e que preencham a folha de trabalho do aluno.
7. Cada grupo de estudantes então apresentará sua lista de máquinas à turma e explicará o que os rolamentos fazem para melhorar o projeto e/ou a operação da máquina.

◆ Tempo necessário

Uma sessão de 45 minutos.

Atrito e rolamentos



Recurso do aluno:

O que é atrito? Como os rolamentos de esferas ajudam?

◆ Atrito

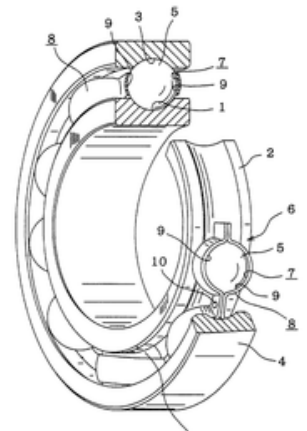
Atrito é um termo que indica quanta resistência existe para que um objeto se mova sobre outro. Quanto maior o atrito, mais difícil é mover um objeto suavemente sobre o outro. Com menos atrito, um objeto se move sobre outro com mais facilidade e suavidade. Por exemplo, uma borracha apresenta maior atrito do que um livro de capa lisa ao ser movido sobre carpete. Em máquinas, peças se esfregam umas contra as outras e o maior atrito pode desgastar as peças mais rapidamente.

◆ Rolamentos de esferas

O termo rolamento de esferas às vezes significa um conjunto de rolamentos que usa rolamentos esféricos como elementos de rolagem. Ele também designa cada bolinha específica de um conjunto de rolamentos. Os rolamentos de esferas são feitos de muitos materiais diferentes, dentre os quais cerâmicas, metais, aço inoxidável e outros materiais híbridos. Eles ajudam a reduzir o atrito, o que permite que as máquinas tenham vida útil mais longa. Eles também podem permitir que uma máquina opere mais silenciosamente. Os rolamentos são projetados com base em um princípio simples: o de que objetos rolam mais facilmente do que deslizam. Quando dois objetos deslizam um contra o outro, como um livro sobre uma mesa ou a tampa de um pote sobre carpete, o atrito entre as superfícies trabalha para dificultar o movimento. Se os objetos puderem, em vez disso, rolar um sobre o outro, a área de superfície de contato entre eles diminui e, dessa forma, o atrito é reduzido.

◆ Rolamentos de elemento rolante

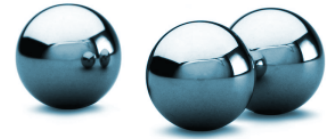
Um rolamento de elemento rolante é um rolamento que suporta uma carga colocando elementos redondos entre duas peças. O movimento relativo das peças faz com que os elementos redondos rolem (girem) com pouco deslizamento. A ilustração à direita, um projeto de patente de rolamento de esferas radial com gaiola da patente nº 6074099 dos EUA, mostra as esferas encerradas entre as peças circulares. Um dos tipos mais antigos e mais conhecidos de rolamentos de elemento rolante consiste em um conjunto de toras colocadas no chão, com um grande bloco de pedra (ou outro objeto grande) sobre elas. À medida que a pedra é puxada, as toras rolam pelo solo, com pouco atrito de deslizamento. Cada tora que fica livre na parte de trás é levada de novo para a frente, para que o bloco role novamente sobre ela. Você pode imitar tal tipo de rolamento posicionando diversos lápis ou canetas sobre uma mesa e colocando sua mão sobre eles.



◆ Bicicletas sem rolamentos de esferas? Montanhas-russas sem rolamentos de roletes?

Bicicletas são um ótimo exemplo de uma máquina que usa rolamentos de esferas para reduzir o atrito. Rolamentos de esferas podem ser encontrados nos pedais, nos cubos das rodas da frente e de trás e no tubo onde o guidão é preso. E skates e patins também incluem rolamentos de esferas! Além desses exemplos, rolamentos de esferas são um elemento de projeto importante de equipamentos de perfuração de petróleo, aviões e automóveis. E rolamentos de roletes são usados em montanhas-russas!

Atrito e rolamentos



Recurso do aluno:

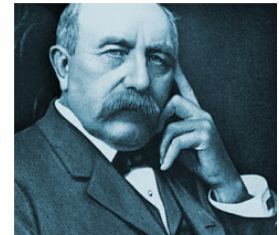
História dos rolamentos - evolução do produto

◆ Histórico

Um dos primeiros exemplos de rolamentos de esferas de madeira sustentando uma mesa rotativa foi encontrado nos restos de um navio romano no lago Nemi, na Itália. O navio naufragado foi datado como sendo do ano 40 a.C. Diz-se que Leonardo da Vinci descreveu um tipo de rolamento de esferas em torno do ano 1500. Um dos problemas com os rolamentos de esferas é que elas podem esfregar umas nas outras, causando atrito adicional, mas isso pode ser prevenido colocando-se as esferas em uma gaiola. Este rolamento de esferas capturadas, ou em gaiola, foi descrito originalmente por Galileu, nos anos 1600.

◆ Inovação

Henry Timken, um visionário e inovador na construção de carruagens do século 19, patenteou o rolamento de roletes (ou rolos) cônicos em 1898. Ele imaginou uma empresa baseada em resolver um problema técnico crítico e antigo: o atrito, a força que impede o movimento de objetos em contato uns com os outros. "O homem que puder imaginar algo que reduza o atrito de forma fundamental", observou Timken, "terá feito algo de real valor para o mundo". No ano seguinte ele fundou a Timken Company, para fabricar sua inovação.



Henry Timken

◆ Projeto e melhoria do produto

Quando o Henry começou seu trabalho de desenvolvimento, o rolamento dominante era o rolamento simples, ou "de fricção", que já era usado, com poucas alterações, desde a antiguidade. Ele era essencialmente um revestimento de metal no buraco ao redor de um eixo rotativo. Nele, o principal trabalho de redução do atrito era feito pela lubrificação. Henry começou a experimentar com rolamentos de esferas, mas eles falhavam rapidamente, em função do desgaste. Ele concluiu que rolamentos de "roletes" eram mais promissores para veículos, tais como automóveis, porque o peso da carga - muito maior do que em uma bicicleta - poderia ser suportado ao longo de todo o comprimento dos roletes, em vez de por um único ponto de contato em cada bolinha, como ocorre nos rolamento de esferas. Henry experimentou roletes cilíndricos mas acabou escolhendo os cônicos, que permitiam que os rolamentos sustentassem forças de todas as direções. Desde 1899 a Timken Company já produziu mais de seis bilhões de rolamentos e, atualmente, produz rolamentos de muitos tipos diferentes.

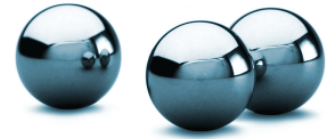


◆ Setores e aplicações

Rolamentos de esferas são usados na maioria dos setores, inclusive transporte, aeroespacial, manufatura, agricultura e esportes/entretenimento. Você encontrará rolamentos de esferas e de roletes sendo usados em trens de pouso de aviões, turbinas de energia eólica, satélites e laminadores. Rolamentos miniaturizados podem ser encontrados em aplicações médicas, tais como equipamentos usados por dentistas.



Atrito e rolamentos



Folha de trabalho do aluno:

Passo um:

Leia as folhas de referência do aluno para aprender sobre rolamentos e a história e a evolução dos rolamentos de esferas e de roletes.

Passo dois:

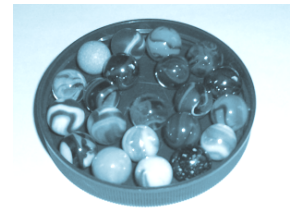
Trabalhando em grupos de 3 a 4 estudantes, tente mover a tampa fornecida sobre diversas superfícies, tais como livros, o tampo da carteira, o chão e carpete.

Pergunta:

1. Qual foi a diferença de atrito ao se mover a tampa sobre diferentes superfícies? Qual superfície apresentou o maior atrito? Por quê?

Passo três:

Coloquem debaixo da tampa de pote bolinhas de gude suficientes para preencher quase totalmente o espaço (mas deixando o suficiente para que as bolinhas possam se mover livremente). Usem um livro para inverter a tampa com as bolinhas e experimente mover a tampa, com a as bolinhas ajudando com o atrito, pelas mesmas superfícies testadas anteriormente.



Perguntas:

1. Qual a diferença de atrito vocês perceberam com as bolinhas rolando por baixo da tampa?

2. As bolinhas ajudam em todas as superfícies? Apenas em algumas? Qual superfície, se alguma, apresentou agora maior atrito? Por quê?

Passo quatro:

Experimente outra variação, em que um livro ou outro peso é colocado sobre a tampa (com e sem as bolinhas de gude embaixo).

Perguntas:

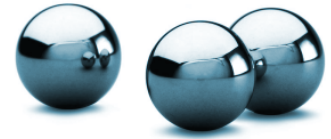
3. A base de bolinhas de gude permite movimentação mais fácil quando são adicionados pesos?

4. Vocês podem pensar em uma aplicação para um dispositivo como este? Quem precisaria movimentar objetos de grande peso? Como isto ajudaria?

5. Listem três diferentes máquinas que incorporam rolamentos de esferas ou rolamentos de roletes.

1: _____ 2. _____ 3. _____

Atrito e rolamentos



Folha de trabalho do aluno opcional:

Você é o engenheiro! Solução de problemas com rolamentos de roletes

◆ Instruções

Você é o engenheiro! Trabalhem em equipe e criem um plano, usando rolamentos de roletes, para mover uma das carteiras de sua sala de aula, ou uma mesa, 3 metros, usando os materiais fornecidos. Desafio: Limitem a força a ser aplicada para fazer a carteira ou mesa se mover àquela que vocês podem fazer usando apenas seu dedo indicador. Vocês podem usar até 100 lápis e fita adesiva.

◆ Materiais

Um conjunto de materiais para cada grupo de estudantes:

- 100 lápis.
- Fita adesiva.
- Elásticos.
- Pedaco de tapete ou carpete (o carpete pode ser usado para proteger o piso contra riscos).

Passo um:

Desenhem uma ilustração mostrando sua solução planejada, abaixo.

Passo dois:

Experimentem seu plano! Verifique se vocês conseguem mover a carteira/mesa usando apenas seu dedo indicador - engenheiros trabalham em diferentes escalas o tempo todo!

Perguntas:

1. Seu projeto planejado funcionou? Por que ou por que não?
2. Que revisões vocês precisaram fazer em seu plano para torná-lo uma solução mais eficaz?
3. Vocês conseguiram mover a carteira/mesa usando somente a força de um dedo indicador?