



Módulo de Ensino

Sensores e medidas

Todos os materiais e detalhes de contato podem ser encontrados nos sites do projeto, bem como no perfil do projeto Erasmus+.
<https://sites.google.com/campus.ul.pt/hands-on-remote-language/home>
<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-DE02-KA226-VET-008295>

Equipa de desenvolvimento

- Marion Pellowski and Lorenz Kampschulte, Deutsches Museum, Munich, Germany
- Pedro Reis, Mónica Baptista, Luís Alexandre da Fonseca Tinoca, Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa, Portugal
- Wojciech Karcz, Adam Zahler, Anna Strzeszewska-Potyrała, Karolina Klimaszewska, Copernicus Science Center, Warsaw, Poland
- Miriam Voss, Mike Kramler, Marion Pellowski, Technical University Munich, Munich, Germany

Declaração

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um endosso do conteúdo, o qual reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações nela contidas.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Imprint

Autores: Karolina Klimaszewska, Adam Zahler, Wojciech Karcz
Copernicus Science Centre, Warsaw, Poland

A versão portuguesa foi traduzida e adaptada por Pedro Reis, Mónica Baptista, Luís Alexandre da Fonseca Tinoca, Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa, Portugal

Deutsches Museum, Munich, Germany
Layout & Design: Michał Romański
Print: Fevereiro 2023



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Internacional Creative Commons Attribution 4.0. Elementos marcados como citações podem estar sujeitos a outras licenças


Índice

1	Introdução	3
1.1	Objetivos gerais	4
1.2	Racional Didático.....	4
1.3	Comunidade e colaboração digital	5
2	Integração curricular	6
3	Overview da sequência do modulo para ensinar “sensores e medidas”	7
4	Conteúdo: Sequência de aprendizagem para o módulo “Sensores e medidas”	8
4.1	Unidade 1. Erros de medição.....	8
4.2	Unidade 2. Em movimento.....	16
4.3	Unidade 2.a Introdução à compreensão do fenómeno (Aula 1).....	17
4.4	Unidade 2.b Elasticidade de um elástico (Aula 2)	27
4.5	Unidade 2.c Comparação de resultados (Aula 3)	34
4.6	Unidade 3. Pêndulo	36
4.7	Unidade 3.a Introdução à compreensão do fenómeno da parte 1 (Aula 1)	37
4.8	Unidade 3.b Introdução à compreensão do fenómeno parte 2 (Aula 2).....	44
4.9	Unidade 3.c Comparação de resultados (Aula 3)	53
4.10	Unidade 4. Eletromagnetismo.....	55
4.11	Unidade 4.a Construção de um eletroímã (Aula 1)	56
4.12	Unit 4.b Construção de um sensor (Aula 2)	65
4.13	Unidade 4.c Dispositivo de ordenação demonstração (Aula 3)	72
5	Anexo – Como usar os sensors com a Aplicação Arduino Journal App.....	74

1 Introdução

Módulo de ensino Sensores e Medidas

Os estudantes realizam diferentes experiências envolvendo a fabricação de sensores DIY. Eles investigam fenômenos físicos básicos como a elasticidade, aceleração e eletromagnetismo. Os estudantes podem trabalhar individualmente, ou em equipa. A colaboração remota também é possível.

Unidade facultativa	Módulo principal de ensino		
Unidade 1 Erro de medição Objetivo: Aprender sobre erros de medição Tarefa: Medir a diagonal de uma folha de papel e calcular erros grosseiros/sistemáticos	Unidade 2a Fisga Objetivo: Investigação da distância de um objeto disparado - banda elástica esticada Tarefa: Construir um modelo simples de fisga para fazer algumas experiências	Unidade 2b Unidade de banda de borracha Objetivo: Utilizar a energia potencial de elasticidade para desenhar uma condução simples Tarefa: Construir um modelo de carro com tração por elástico	Unidade 2c Análise dos resultados das experiências Objetivo: Apresentar ao grupo a análise dos dados de medição recolhidos e comparar os resultados com outros estudantes Tarefa: Apresentação dos dados recolhidos por grupos de estudantes
 Os professores podem alterar a sequência dos módulos ou utilizar apenas um como uma unidade independente.	Unidade 3a Construção do pêndulo Objetivo: Utilizar o pêndulo para fazer algumas medições, por exemplo, o período de oscilação Tarefa: Construção de um modelo de pêndulo matemático utilizando ferramentas e materiais simples	Unidade 3b Fazer uma ferramenta de medição Objetivo: Fazer um sensor remoto para recolher dados a partir do pêndulo Tarefa: Utilização do Arduino Science Journal ou NodeMCU para fazer um sensor simples e recolher dados	Unidade 3c Comparação de resultados Objetivo: Apresentar ao grupo a análise dos dados de medição recolhidos e comparar os resultados com outros estudantes Tarefa: Apresentação dos dados recolhidos por grupos de estudantes
	Unidade 4a Construção de um eletroíman Objetivo: Construir um modelo de eletroíman simples para investigar o fenómeno do eletromagnetismo Tarefa: Medição da força de um eletroíman utilizando uma bússola e uma tábua com escala	Unidade 4b Construir o sensor Objetivo: Encontrar a forma de medir a intensidade do campo eletromagnético Tarefa: Medir a intensidade do campo eletromagnético usando um sensor smartphone ou de bricolage (NodeMCU + sensor Hall)	Unidade 4c Dispositivo de ordenação Objetivo: Utilizar os novos conhecimentos adquiridos para desenhar um dispositivo simples de classificação de moedas Tarefa: Dispositivo de classificação de edifícios usando um eletroíman

1.1 Objetivos gerais

O objetivo principal deste módulo é mostrar aos alunos como fazer medidas e criar dispositivos de medição, desde instrumentos muito simples até sensores eletrônicos. Em cada unidade, os alunos constroem um conjunto para experimentarem (por exemplo, um modelo de pêndulo matemático ou um carro movido por uma borracha). Os alunos usam materiais e ferramentas muito simples, que todos deveriam ter acesso. Em seguida, usando o equipamento construído, são realizadas experiências. Vários sensores podem ser usados para registrar as medidas, desde observações comuns, usando sensores embutidos no telemóvel, até sensores DIY construídos do zero. Dependendo do nível técnico do grupo, o professor pode usar apenas observações simples e registrar os resultados manualmente, ou construir os seus próprios sensores com os alunos. Independentemente do caminho escolhido, o elemento mais importante de cada cenário é a discussão final dos resultados com os alunos e a extração de conclusões dos experimentos realizados.

1.2 Racional Didático

Cada unidade neste módulo é estruturada de acordo com um esquema semelhante, que consiste numa breve introdução ao tópico através de uma demonstração simples do fenómeno, discussão com os alunos, desenho da experiência, recolha de medições e observações, análise dos resultados através da discussão com os alunos. A ideia principal de todo o módulo é enfatizar o envolvimento dos alunos na análise ativa dos resultados das observações e na tentativa de experimentar por si mesmos. Neste processo, o professor desempenha o papel de facilitador que apoia os alunos no processo de chegada a conclusões, desenho da experiências e realização de todo o processo de acordo com o método de investigação.

Um aspeto importante é a ênfase nas atividades práticas realizadas pelos alunos. Infelizmente, hoje muitos jovens têm menos oportunidades para realizar atividades do tipo DIY. Mais processos relacionados com a aprendizagem estão a mudar para o mundo online, especialmente na situação da pandemia COVID-19, que tem causado um aprofundamento ainda maior de todas as formas de educação remota, muitas vezes desligada do aspeto prático e tangível. Portanto, no módulo proposto, todas as unidades são fortemente focadas em atividades práticas através,

por exemplo, da construção de um instrumento de medição ou aparelho para experimentação. Além disso, os tópicos foram projetados para utilizar materiais e ferramentas muito simples e acessíveis para construir equipamentos de pesquisa, o que minimiza o limiar de entrada mesmo para pessoas sem qualquer experiência DIY (sejam professores ou alunos).

O eixo principal de cada unidade é realizar uma experiência e construir um dispositivo de pesquisa por si mesmo. O professor tem a escolha da técnica a ser usada para observações e medições. Tudo depende do nível de avanço dos alunos e é o professor que melhor conhece as capacidades dos seus alunos. Portanto, pode-se usar um caderno comum e uma caneta, um telemóvel ou programar o sensor DIY você mesmo. Também no que se refere à construção do sistema de medição, foram disponibilizados ficheiros stl em algumas lições, para auto-impressão numa impressora 3D, que podem ser incluídos no processo de construção dos elementos do experimento. Se não houver acesso à impressão 3D, tudo bem, porque qualquer experimento pode ser construído usando materiais simples.

O elemento final de cada lição é a análise dos resultados e discussão com os alunos para tirar conclusões. Como mencionado acima, técnicas completamente analógicas (como gráficos desenhados à mão) podem ser usadas para análise de dados, ou software como o MS Excel ou o Google Sheets podem ser usados. Um aspeto importante a ter em atenção ao utilizar este módulo é a ligação entre o mundo físico (experimentação, observações) e o mundo digital (medições, análise de dados). Graças a esta forma de aulas, os alunos têm a oportunidade de desenvolver as suas competências digitais e ver a conexão entre um fenómeno real e dados em forma digital obtidos pela medição desse fenómeno.

1.3 Comunidade e colaboração digital

O módulo pode ser utilizado tanto em contexto presencial na sala de aula como totalmente à distância. Os métodos propostos de registo de medições (aplicação para smartphone e sensor DIY) armazenam os dados em formato digital por defeito. Isso permite partilhar rapidamente e facilmente os resultados, por exemplo, utilizando qualquer serviço de nuvem, como o Google Sheets.

Uma das variantes que o professor pode usar é atribuir uma tarefa – criar um sensor (com base em NodeMCU), que recolhe automaticamente dados e os envia para uma base de dados partilhada. Graças a isso, é possível reunir dados de estações de medição dispersas num único local. Também se pode inverter esta abordagem e criar um conjunto físico para experimentar num único lugar físico com um sensor (por exemplo, na escola) que envia dados para uma nuvem comum e todos podem analisar os resultados do experimento remotamente, sem estar fisicamente presentes, por exemplo, na sala de aula da escola.

Estrutura das unidades

O módulo está dividido em duas partes principais. A primeira (Unidade 1) diz respeito a erros de medição e aos conceitos básicos de análise de resultados experimentais. Esta parte não é obrigatória e cada professor pode usá-la ao seu critério. Na segunda parte, há três temas maiores (Unidades 2-4). Cada tema forma um todo separado e não precisa ser implementado em ordem. Nesses temas, abordamos questões relacionadas à aceleração, elasticidade e eletromagnetismo. Podem ser facilmente adaptados ao currículo principal implementado. Cabe ao professor decidir qual módulo ou seus elementos na aula deseja usar com seus alunos.

2 Integração curricular

O módulo foi criado com base em consultas a professores que trabalham em escolas profissionais e técnicas na Polónia. Todas as atividades foram ajustadas ao currículo principal aplicável neste caso em aulas de física e matemática. Os professores enfatizaram fortemente o valor de combinar capacidades técnicas com outras disciplinas escolares padrão. As atividades incluídas no módulo de ensino abrangem os seguintes tópicos:

- Unidade 1 – Erros de medição
- Unidade 2 – Energia cinética da elasticidade
- Unidade 3 – Pêndulo matemático
- Unidade 4 – Eletromagnetismo

No início de cada atividade, são listados todos os tópicos e sub-tópicos relacionados com o tema principal. Cada professor, independentemente do país, poderá ajustar elementos individuais da atividade ou a atividade inteira ao seu currículo central.

3 Overview da sequência do módulo para ensinar “sensores e medidas”

Unidade 1. Erros de medição
Aprender sobre erros de medição
Unidade 2. Em movimento
<u>Unidade 2.a Chave de fenda</u>
Investigação da distância de um objeto disparado - banda de borracha esticada
<u>Unidade 2.b Motor de banda de borracha</u>
Usando a energia potencial elástica para projetar um motor simples
<u>Unidade 2.c Análise dos resultados experimentais</u>
Apresentação para o grupo da análise dos dados das medições recolhidas e comparação dos resultados com outros alunos
Unidade 3. Pêndulo
<u>Unidade 3.a Construção do pêndulo</u>
Usando o pêndulo para fazer algumas medições, como o período de oscilação
<u>Unidade 3.b Fazendo uma ferramenta de medição</u>
Criando um sensor remoto para recolher dados do pêndulo
<u>Unidade 3.c Comparação de resultados</u>
Apresentação para o grupo da análise dos dados das medições recolhidos e comparação dos resultados com outros alunos
Unidade 4 Eletromagnetismo
<u>Unidade 4.a Construção de um eletroíman</u>
Construindo um modelo simples de eletroíman para investigar o fenómeno do eletromagnetismo
<u>Unidade 4.b Construção do sensor</u>
Encontrando uma forma de medir a força do campo eletromagnético
<u>Unidade 4.c Dispositivo de classificação</u>
Usando o conhecimento recém-adquirido para projetar um simples dispositivo de classificação de moedas

4 Contéudo: Sequência de aprendizagem para o módulo "Sensores e medidas"

4.1 Unidade 1. Erros de medição



BREVE DESCRIÇÃO

Neste trabalho prático vamos aprender erros de medição que fazem parte de um trabalho de investigação.

Tópicos abordados

Metrologia (ciência que estuda medidas e medições), erros de medição e incertezas, precisão de instrumentos de medição, estatística de medições, distribuição de quantidades.

Tempo

1 aula + trabalho autónomo dos alunos em casa

Aula 1

Modalidade

Em sala de aula ou numa reunião online com os alunos
Pode ser combinado com o módulo H2, que explora o pêndulo simples.

Objetivo

Explorar o movimento de um pêndulo simples, construí-lo, calcular o período de oscilação e determinar o valor da aceleração gravítica da Terra.

Materiais necessários para o professor

- 1.Caneta spreadsheet H0_spreadsheet ou outro programa que permita apresentar coletivamente aos alunos as medições (dados) (se trabalhar remotamente)
- 1.Um quadro para escrever as medições (se trabalhar em sala de aula)

Materiais necessários para o aluno

- Um “peso” metálico (por exemplo uma rosca de metal)
- Fio não extensível com cerca de um metro de comprimento
- Fita adesiva
- Uma haste firme (ferro, aço, etc.) para pendurar o fio
- Artefacto para fixar a haste numa altura adequada, de modo que o fio e o peso possam mover-se livremente
- Folha A3 branca
- Transferidor
- Vários instrumentos para medir comprimentos (régua escolares de diferentes comprimentos, regra dobrável, fita métrica de carpinteiro, etc.)
- cronómetro (pode ser do telefone)
- Folha de registos do aluno – Lição 1

Tarefa 1: MEDIR O COMPRIMENTO DE UMA DIAGONAL

Demonstração do professor:

1 Peça a cada aluno para medir a diagonal da folha A3 com um instrumento de medição (se possível diferentes).

2 Um a um, anote os valores obtidos pelos alunos em trabalho remoto ou na sala de aula.

3 Apresente os resultados aos alunos.

4 Em conjunto com os alunos, eliminam-se os valores que apresentam um desvio significativo relativamente aos outros valores e calcula-se a média aritmética de todas os valores

5 Compara-se o resultado com o valor calculado a partir das dimensões padrão da folha A3.

PERGUNTAS PARA FAZER AOS ALUNOS APÓS A DISCUSSÃO

- Houve discrepâncias nos resultados?
- Houve discrepâncias nos resultados usando o mesmo instrumento de medição?
- Qual é o menor valor da escala do instrumento de medida que usaram?
- Como se distribuem as medições num gráfico de barras?
- O valor da diagonal calculado a partir da média aritmética das medições obtidas difere do calculado a partir das dimensões da folha A3?

DISCUSSÃO

O objetivo da discussão é chamar a atenção dos alunos para o fato de que os vários erros podem ocorrer durante as medições:

- erros grosseiros - resultantes da desatenção, falta de concentração (por exemplo, leitura incorreta devido ao movimento da régua na superfície durante a medição, utilização da régua em polegadas em vez da escala em cm, etc.); resultados com este tipo de erros são rejeitados - não os levamos em conta.

- erros sistemáticos - resultantes do instrumento ou da técnica de medição adotada (por exemplo, alongamento da fita de medição);

- erros acidentais - causados por fatores externos (por exemplo, a influência da temperatura no comprimento da fita métrica) ou situacional (por exemplo, paralaxe - leitura incorreta devido a um alinhamento incorreto do olho em relação à escala da régua ou de outro instrumento).

É importante que os alunos percebam que os erros estão sempre presentes, mas é importante identificá-los e eliminá-los, se possível. A discussão pode ser concluída com uma atividade prática em que os alunos identificam erros que podem ter ocorrido durante a primeira medição e tentam eliminá-los na próxima vez, ou seja, repetem a medição do comprimento diagonal da folha A3. Registam-se todas as medições, apresentam-se num gráfico de barras, calcula--se a média dos valores obtidos e compara-se com os resultados obtidos na primeira medição.

Tarefa 2: PÊNDULO

Cada aluno realiza a atividade experimental, autonomamente, numa superfície estável.

Construção do pêndulo:

- 1 Fixar um peso (por exemplo, uma rosca de metal).
- 2 Fixe a outra extremidade do fio a uma haste (ver figura em baixo)
- 3 Fixe a haste numa estrutura estável para que o rosca, presa na extremidade do fio, não se mova na posição vertical
- 4 Desenhe uma escala com um transfidor como mostra a figura em baixo.
- 5 Coloque a folha por detrás do fio, de modo a que o fio coincida com o zero graus da escala desenhada na folha A3 (ver figura em baixo).

Questão de investigação 1

Qual é o período de oscilação do pêndulo que construístes?

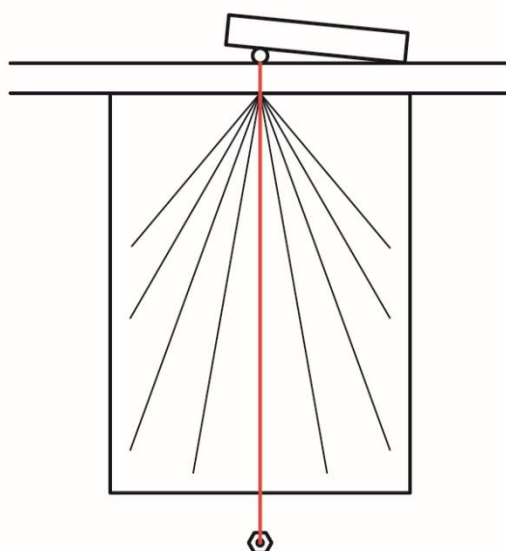
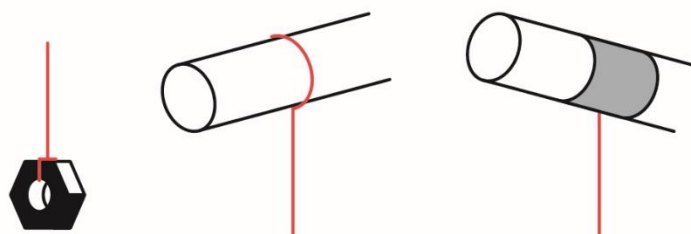
Parte 1 Instrumento de medição – uma pessoa com um cronómetro

1 Afaste o pêndulo cerca de 10° da posição vertical. Largue o pêndulo e ao mesmo tempo comece a contagem do tempo.

2 Conte o número de oscilações e pare a contagem do tempo no final da quinta oscilação.

3 Calcule o período da oscilação dividindo o tempo total por cinco.

4 Repita o procedimento algumas vezes. Registe os resultados num gráfico de barras.



QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 2

Qual é o valor da aceleração da gravidade?

Faça o pêndulo oscilar com um ângulo inicial de cerca de 10° da posição vertical. Assim que largar o pêndulo comece a contagem do tempo

Conte o número de oscilações e pare a contagem do tempo no final da quinta oscilação. Registe o resultado (tempo).

Calcule o período do pêndulo (T) dividindo o resultado por cinco.

Após cada medição do período de oscilação do pêndulo, meça o comprimento do fio, L , (desde o ponto de suspensão até ao centro de gravidade da rosca).

Através do uso da equação $g = 4\pi^2 / T^2$, use o valor do período (T) para calcular o valor da aceleração gravitacional da terra: $g = 4\pi^2 / T^2$

Repita as medições algumas vezes e registe os resultados num histograma.

O que pode correr mal e como saber lidar com o problema

O ponto de suspensão do pêndulo (local onde o fio está preso à haste) move-se com o movimento do fio.

- Fixe o ponto de suspensão do pêndulo, por exemplo, com plasticina ou cola quente.

Para ir mais longe

Questões de incentivo:

- Como podes fazer medições com maior precisão?
- O valor medido para a diagonal da folha de papel A3 é realmente o seu valor?
- Como é que o período de oscilação do pêndulo, T , e o valor obtido para a aceleração gravitacional da terra, g , variam se fizermos variar o ângulo inicial em que o pêndulo é largado?

De acordo com considerações teóricas, para um número infinito de medições, e se apenas existirem erros aleatórios, o valor médio deve corresponder ao valor teórico esperado.

O valor esperado, usualmente não é conhecido antes das medições (pelo menos em trabalhos científicos). Deste modo, a eliminação do erro, ou a sua identificação, pode ser difícil. Por esta razão, uma grande parte do avanço da ciência passa por fazer muitas medições, e por equipas de cientistas diferentes. Esta situação pode equiparar-se se cada aluno fizer as suas medições independentes uns dos outros.

Erros "grosseiros", por outro lado, são relativamente fáceis de eliminar. Nesta atividade, este tipo de erros podem surgir, por exemplo, ao medir o diâmetro da rosca usando uma escala em polegadas, pensando trata-se de centímetros.

Outro erro "grosseiro" comum consiste na medição de um comprimento; este erro ocorre quando, durante a medição, o instrumento de medida se desvia da posição inicial "0" da escala. Por isso, é fundamental efetuar as medições com muito cuidado.

Na medição do período de oscilação do pêndulo, na Parte 1, a principal fonte do erro é o reflexo da pessoa quando inicia a contagem do tempo com o cronómetro - tempo de reação. Quando eliminamos o fator humano, por exemplo, com um instrumento eletrónico de medição, os resultados obtidos são menos dispersos. Na prática, o diagrama dos períodos do pêndulo (T) obtidos (por exemplo, 100 medidas) é mais "íngreme" do que para medições manuais - ou seja, os erros são menores e as incertezas da medição também são menores.

Avaliação da incerteza e do erro numa medição - informações adicionais

Como referido acima, os seguintes tipos de erros podem ocorrer:

- erros "grosseiros";
- erros sistemáticos;
- erros acidentais.

Ao determinar a aceleração da gravidade da terra, procure realizar, com os seus alunos, um cálculo completo do erro, levando

em conta as incertezas da medição, a precisão dos instrumentos de medição e as regras resultantes de um número limitado de medidas. Neste caso, é possível comparar com o valor teórico (por exemplo, quanto à diagonal de um pedaço de papel)

4.2 Unidade 2. Em movimento

Breve descrição

Nesta experiência vamos familiarizar-nos com a energia potencial elástica, investigar qual a distância percorrida por um objeto depende da energia transferida para o elástico, quando ele é esticado. No final usaremos o conhecimento desenvolvido para construir um carrinho impulsionado pela energia armazenada no elástico – energia potencial elástica – e analisar o seu movimento.

Tópicos abordados

Cinemática, aceleração, energia potencial elástica, análise de dados, construção de carrinhos, sensor de aceleração

Hora

2 aulas + trabalho autónomo dos alunos em casa

4.3 Unidade 2.a Introdução à compreensão do fenómeno (Aula 1)

Modalidade

Em sala de aula ou reunião online com alunos

Objetivo

Introduzir o tema da energia potencial elástica e investigar de que depende a distância percorrida por um objeto quando é projetado por um elástico esticado (deformação do material elástico).

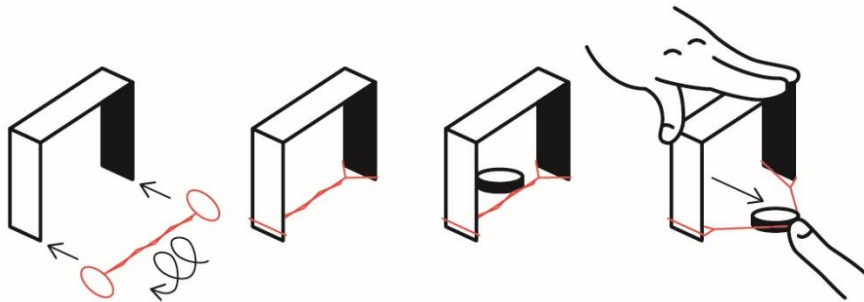
Materiais necessários para o professor

- elástico (comprimento mínimo do diâmetro, 100 mm, seção transversal, por exemplo, 2x3 ou 2x4 mm)
- tampa de garrafa (de preferência uma tampa de garrafa de gargalo largo)
- uma estrutura robusta em forma de U; o vão entre os braços deve acomodar o objeto - tampa projetada.

Materiais necessários para o aluno

- elástico (diâmetro mínimo do elástico 100 mm, seção transversal, por exemplo, 2x3 ou 2x4 mm)
- tampa de garrafa (de preferência uma tampa de garrafa de gargalo largo)
- objeto estável em forma de "U"; a distância entre os braços do objeto em forma de U deve acomodar a tampa projetada
- Plasticina
- balança
- uma folha de papel A5
- lápis
- régua
- Fita métrica

Demonstração do professor



Segure o elástico com dois dedos e estique-o.

Torça o elástico esticado, transformando-o numa "linha".

Fixe as extremidades do elástico torcido nas extremidades dos braços do objeto em forma de "U". O elástico deve estar tenso.

O elástico deve estar paralelo ao chão.

Coloque a tampa na frente do elástico. A tampa deve estar a meio do elástico.

Pressione o objeto em forma de "U" para baixo. Use um dedo para pressionar a tampa no chão. Estique o elástico ligeiramente e depois solte o elástico.

Use o mesmo método para projetar a tampa novamente. Desta vez aperte mais o elástico.

Perguntas para fazer aos alunos após a demonstração

1. O que aconteceu à tampa projetada pelo elástico?
2. Em que ensaio a tampa percorreu uma distância maior?
3. Em que diferiu o primeiro ensaio do segundo?
4. De onde veio a energia que colocou a tampa em movimento?

Discussão

Para além da força aplicada ao elástico, os alunos pensam o que pode afetar a distância percorrida pela tampa. A discussão deve dar origem a mais questões de investigação.

Principal questão de investigação

De que depende a distância percorrida pela tampa?

A discussão deve ser orientada de tal forma que os alunos deem respostas ao principal problema de investigação. Use perguntas orientadas para moderar a discussão.

- Que forças agem na tampa durante o seu movimento?
- Que tipo de energia tem um elástico esticado?
- Que tipo de energia a tampa tem imediatamente depois de ser projetada pelo elástico?

A discussão tem o objetivo de inspirar questões de investigação mais detalhadas e o “desenho” de novas experiências.

Sugestão para trabalhar com os alunos

Para maximizar o tempo, podemos dividir os alunos em grupos, cada grupo faz um ensaio. Após a sua realização, os alunos partilham os seus resultados em sala de aula.

Tarefas e trabalho prático do aluno

Cada aluno realiza o seu ensaio numa superfície plana e estável (por exemplo, uma mesa)

Tarefa 1: fazer uma fisga

1. Segure o elástico com dois dedos e estique-o.
2. Torça o elástico esticado para formar uma “linha”.
3. Fixe as extremidades do elástico torcido nas extremidades dos braços do objeto em forma de “U”. O elástico deve ficar tenso (ver Fig. 1)
4. Desenhe uma escala centimétrica de 0 a 10 cm numa folha de papel A5 (ver Figura 2).

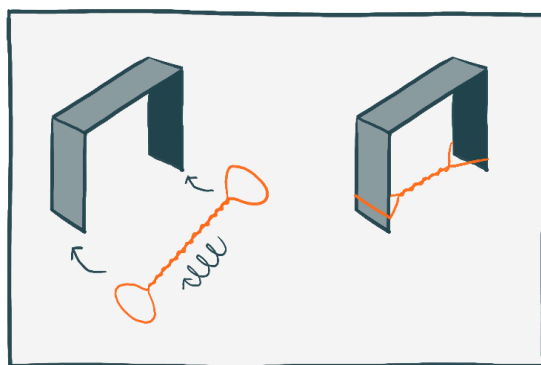


Fig. 1

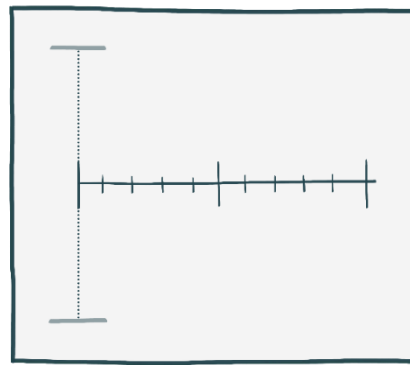


Fig. 2

Questão de investigação 1

Como é que a tensão do elástico afeta a distância que a tampa percorre?

1. Pesar a tampa, registar a massa na folha de registos.
2. Desenhe uma escala centimétrica numa folha de papel. Na folha, posicione a fisga para que o elástico esticado esteja em cima da linha "0" (ver figura em baixo).
3. Coloque a tampa na frente do elástico esticado.
4. Pressione o objeto em forma de U para baixo. Pressione a tampa no chão com um dedo. Estique o elástico até 0,5 cm e depois solte o elástico (ver figura em baixo).

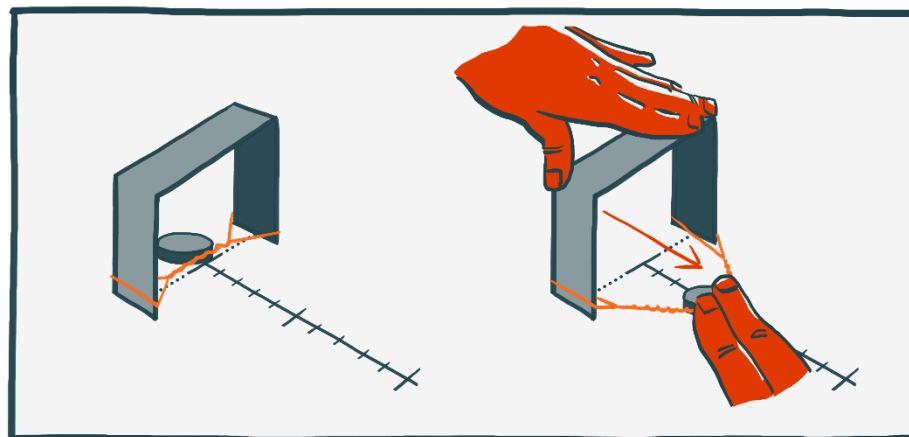


Fig. 3

5. Repita o ensaio cinco vezes e meça a distância percorrida pela tampa. A cada repetição, estique o elástico até à mesma

distância de 0,5 cm (use a escala desenhada na folha). Determine a média dos resultados.

6. Repita a medição para 1, 1,5, 2, 3 e 4 cm.

7. Registe os resultados numa tabela ou Excel/Calc e use-a para criar um gráfico da distância percorrida pela tampa e da tensão do elástico para projetar a tampa.

Massa da tampa =g

Material - / Material do interior da

tampa -

Tensão do elástico d [cm]	0	0,5	1	1,5	2	3	4
Distância media percorrida pela tampa s _{sr} [cm]	0						

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 2

Como é que a massa da tampa afeta a distância que ela percorre?

1. Repita as medidas, desta vez projete a tampa com o elástico sempre à mesma distância ($d = \text{const}$), mas vá aumentando a massa da tampa adicionando pedaços de plasticina. para cada ensaio pese a tampa e registe a sua massa antes de prosseguir com as medidas.

2. Registe os resultados numa tabela ou em excel/calc e use-os para construir um gráfico da distância percorrida pela tampa e a massa da tampa.

tensão do elástico d = cm

material da tampa - / material do interior da tampa-

Massa da tampa, m, [g]							
A distância média que a tampa percorreu s_{sr} [cm]							

Questão de investigação 3

O material da tampa e do seu interior afetam a distância que a tampa percorre?

1. Repita as medidas, desta vez atirando uma tampa de massa constante, m, e esticando o elástico sempre à mesma distância ($d = \text{const}$), mas alterando o material da tampa e do seu interior. Registe os resultados numa tabela ou Excel/Calc e use-os para traçar o gráfico da distância percorrida pela tampa com diferentes materiais (massa constante) e a tensão do elástico.

2. Escreva os resultados numa tabela e analise-os. Pesquise o valor do coeficiente de atrito dos materiais usados na Internet e trace o gráfico da distância percorrida pela tampa com diferentes materiais e o coeficiente de atrito dos materiais, respetivamente.

Tensão do elástico $d = \dots\dots\dots\text{cm}$

Massa da tampa = $\dots\dots\dots\text{g}$

Material da tampa/materia l do interior da tampa	$\dots\dots\dots/\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots/\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots/\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots/\dots\dots\dots$
Coeficiente de atrito f	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
Distância média percorrida pela tampa s_{sr} [cm]				

O que pode correr mal e como lidar com isso

O disparo da tampa.

- Continue a pressionar a tampa até que seja projetada.
- Revista a tampa com plasticina. Lembre-se de espalhar a plasticina uniformemente à superfície da tampa.
- Verifique se a tampa está no meio do elástico.

Ao esticar o elástico, este não volta ao seu comprimento original.

- Para que isso não aconteça, não estique muito o elástico.

A folha onde está desenhada a escala e o objeto em forma de U movem-se durante a experiência

- Fixar a folha onde está desenhada a escala com fita de dupla face, por exemplo. Pressionar firmemente o objeto em forma de U, o tempo todo.

Como posso mudar o material da tampa sem mudar a sua massa?

- Use uma tampa com uma certa quantidade de plasticina. Se colocar um outro material na superfície da tampa (por exemplo, fita do pintor ou um pedaço de papel), pese a tampa e subtraia a plasticina suficiente para fazer com que a tampa tenha a massa pretendida.

Resumo das atividades práticas

Questões orientadoras:

- As relações dos resultados são uniformes, quadráticas, ou de outra relação?
- Qual é a variável que tem maior influência na distância percorrida pela tampa?
- Todos os alunos obtiveram as mesmas relações? A que se podem dever as diferenças obtidas?

A energia potencial elástica pode ser usada para fazer um trabalho específico, neste caso, mover a tampa a uma certa distância. Quanto maior a tensão do elástico (maior desvio do 0), maior o trabalho feito (maior distância percorrida) pela tampa. A relação entre a distância percorrida pela tampa e a tensão do elástico é quadrática. Aumentar o alcance da tampa requer aumentar a tensão do elástico, ou seja, um maior gasto de energia elástica. Aumentar a massa da tampa, aumenta o seu peso, o que afeta a força de atrito que age na direção oposta ao movimento da tampa. Assim, quanto maior a massa da tampa, maior a força de atrito exercida na tampa, conseqüentemente a tampa percorre uma distância mais curta. A alteração do material

da tampa ou do seu interior também afeta a força de atrito e, por isso, observamos diferentes distâncias percorridas pela tampa.

Explicação do fenómeno

A energia potencial elástica é a energia armazenada num corpo elástico (por exemplo, uma mola, elástico, etc.). Se o corpo é perfeitamente elástico, ou seja, verifica-se a lei de Hooke, então, a força necessária para alongar um corpo elástico de um determinado comprimento da sua posição de equilíbrio é:

$$F = kx$$

onde:

k - constante de elasticidade.

A energia potencial elástica, E_s , armazenada num elástico esticado (em tensão) é igual a:

$$E_s = \frac{kx^2}{2}$$

Dito de outra forma, a energia potencial elástica aumenta com o quadrado do alongamento do corpo elástico. Na experiência, o corpo elástico é alongado ao ser esticado (antes de impulsionar a tampa). Quando o elástico esticado é solto, a energia potencial elástica armazenada no elástico é transferida para a tampa, e usada para fazer um trabalho específico, ou seja, percorrer uma certa distância. Com algumas simplificações (por exemplo, considerando que toda a energia armazenada no elástico é transferida para a tampa, sem ocorrer perda de energia), pode-se escrever que:

$$E_s = W$$

onde:

W é o trabalho realizado pela tampa contra as forças que resistem ao seu movimento e que pode ser expresso pela fórmula:

$$W = Ts$$

Uma tampa em movimento é submetida a uma força de atrito oposta ao vetor da velocidade da tampa. A fórmula para a força de atrito é:

$$T = fN$$

onde:

f - coeficiente de atrito;

N - a força da gravidade.

Portanto, a força de atrito pode ser escrita:

$$T = fmg,$$

onde:

m - massa da tampa;

g - a intensidade do campo gravítico à superfície da Terra

A conversão da energia potencial elástica, do elástico, em trabalho feito pela tampa contra a força de atrito que se exerce sobre a tampa em movimento é expressa pela fórmula

$$E_s = W \Rightarrow \frac{kx^2}{2} = Ts \Rightarrow \frac{kx^2}{2} = fmg s$$

a partir da qual o espaço percorrido pela tampa pode ser determinado:

$$s = \frac{kx^2}{2fmg}$$

Para um sistema de medição fixo (o mesmo elástico, a mesma tampa e o seu revestimento interior), o único valor que pode variar para fazer mover a tampa é a tensão do elástico.

Como os alunos construíram diferentes sistemas de medição, com diferentes variáveis, os resultados obtidos também foram diferentes. Se o elástico foi torcido um pouco mais do que outro (algumas reviravoltas a mais), os resultados também serão diferentes. Um elástico mais torcido terá uma constante de elasticidade diferente. Resultados diferentes, também, podem surgir em experiências onde o sistema de medição é instalado num piso com tapete e no outro numa mesa lisa. Neste caso, os coeficientes de atrito, também, serão diferentes para cada sistema.

As relações aqui descritas têm sido usadas há séculos na construção de armas de projéteis: arcos, bestas e catapultas. A fórmula para a energia mecânica de uma arma de projétil inclui o coeficiente de elasticidade (um elástico elastomérico que tem um coeficiente de atrito diferente de um braço de uma besta de aço ou de um arco mongol feito de madeira). O conhecimento desse

coeficiente possibilitou a construção de tipos de armas de projéteis cada vez mais perfeitos.

Curiosidade

Elásticos retorcidos são frequentemente usados na modelação de um sistema de propulsão em protótipos de aviões em miniatura. As principais vantagens dessa solução são a construção relativamente simples, peso reduzido e baixo custo. Outro exemplo do uso de estruturas resistentes são as molas.

4.4 Unidade 2.b Elasticidade de um elástico (Aula 2)

Modalidade

Na sala de aula ou em reunião online com alunos

Objetivo

Introduzir a elasticidade de um elástico (relacionada com a deformação do material elástico) e mostrar aos alunos como funciona. Mostrar aos alunos a aplicação a partir de uma revista científica e testá-la.

Materiais necessários para o professor

- Um carrinho
- Smartphone com a aplicação do *Arduino Science Journal*

Materiais necessários para o aluno

- Smartphone
- Manual de utilização da aplicação *Arduino Science Journal*

Demonstração do professor

DEMONSTRAÇÃO

1. mostrar aos alunos como se constrói um carrinho alimentado por um elástico e quais são os componentes fundamentais
2. demonstrar aos alunos as capacidades deste carrinho, usando um elástico e deixar o carrinho mover-se

PERGUNTAS A FAZER APÓS A DEMONSTRAÇÃO

- O que acontece ao elástico antes e durante o movimento do carrinho?
- Como é que o carrinho se movimenta usando um elástico?
- Como é que se estica o elástico?
- Até onde o carro se move?

DISCUSSÃO

A discussão deve esclarecer os alunos, dando-lhes uma compreensão mais aprofundada das leis da física, que poderão explicar o movimento do carrinho movido pelo elástico e reforçar o conhecimento adquirido na aula anterior.

Principal problema de investigação

A que se deve o movimento de um carrinho movido a um elástico?

Questões para moderar a discussão.

- Que tipo de energia tem um elástico esticado?
- Como é que o elástico movimenta o carro?
- Que forças atuam no carrinho que o fazem parar depois de um período de tempo?
- Que tipo de movimento possui o carrinho e como podemos testá-lo?
- Que sensor podemos usar para testar o movimento do carro?
- Esse sensor existe nos vossos *smartphones*?

Instrumento de medição

Com a aplicação do Arduino Science Journal, podemos analisar melhor o movimento de um carro movido por um elástico. A aplicação usa os sensores incorporados nos *smartphones*. No nosso caso, vamos usar um sensor de aceleração.

- 1) Pedir aos alunos que instalem a aplicação do Arduino Science Journal
- 2) Mostrar como se pode medir a aceleração com o telefone e como iniciar a leitura, e pedir aos alunos que façam o mesmo nos seus *smartphones*.
- 3) Pedir aos alunos que movam os seus telefones em direções diferentes (há três para escolher: ao longo do eixo x, y e z) e observem o que acontece no monitor do telefone dependendo da direção selecionada
- 4) Em seguida, peça para gravarem valores de aceleração ao longo de um dos eixos selecionados enquanto movem os seus

telefones em direções diferentes e, em seguida, analisarem os gráficos resultantes.

Perguntas e tarefas para os alunos responderem de forma autónoma:

- O que veem no monitor do telefone?
- Quais são os dados que o sensor da aceleração regista?
- Qual é a diferença entre os valores da aceleração nas direções x, y, e z?
- Mova o telefone apenas numa direção, por exemplo, na borda de uma superfície longa e plana e observe qual é o eixo em que a aceleração varia.

Este vídeo (usar o código QR) mostra como se deve usar a aplicação e como medir valores da aceleração em diferentes situações:



<https://youtu.be/p2w2y6noE34>

Resumo

Com o *smartphone*, podemos descobrir o movimento de um carrinho que é alimentado através do uso de elásticos. Pedir aos alunos que façam o seu TRABALHO DE CASA autonomamente.

Questões de orientação:

- Em que direção colocamos o smartphone no carrinho para medir corretamente a sua aceleração ao longo do tempo?
- Quais os valores de aceleração que vão registar na aplicação: x, y ou z?

TRABALHO DE CASA - Construção e teste dos carrinhos

Modalidade

Trabalho autónomo em casa ou em pequenos grupos na escola.

Uma folha com as peças do carrinho desenhadas (file Student card_vehicle)

Objetivo

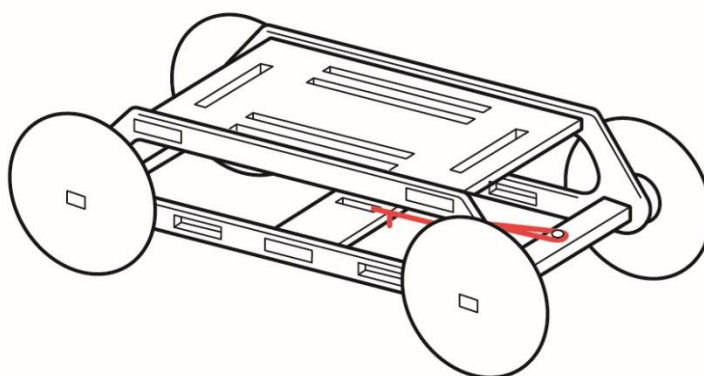
Para que os alunos construam um carrinho e o utilizem para fazer várias medições de aceleração e da distância percorrida terão de variar a tensão do elástico.

Materiais necessários para o aluno

- Materiais para a construção do carrinho (impresso numa impressora 3D ou feito a partir de um material duro, madeira prensada ou cartão rígido)
- Instruções de construção
- *Smartphone*
- Manual de utilização da aplicação Arduino Science Journal
- Elásticos (4 para as rodas do carro e 1-3 para o conjunto)
- Fita métrica
- Folha de registos do aluno – trabalho de casa

Tarefa 1: fazer o carrinho

1. imprimir ou cortar as peças necessárias (para imprimir ou para cortar)
2. montar o carrinho de acordo com as instruções



Questão de investigação 1

Qual o tipo de movimento de um carrinho impulsionado por um elástico?

Parte 1: Testes para a aceleração

1. use a aplicação pré-instalada do Arduino Science Journal no seu *smartphone*
2. ligue o *smartphone* ao carrinho com os elásticos
3. na aplicação, selecione “aceleração ou acelerómetro” (sensor da aceleração) ao longo do eixo apropriado
4. coloque o carrinho no chão, estique e torça o elástico fazendo girar as rodas traseiras 4 vezes.
5. Ao mesmo tempo que solta o carrinho comece a gravar os valores da aceleração no telefone.
6. Quando o carrinho parar, pare de gravar e meça a distância que o carrinho percorreu com a fita métrica.
7. Repita o ensaio várias vezes, mas para diferentes tensões do elástico.
8. Registe as suas medições para o Excel ou Calc e use-as para traçar o gráfico da aceleração *versus* tempo, para diferentes tensões do elástico.

Questões para os alunos responderem de forma autónoma:

- O que mostra a aplicação?
- Registaram os valores da aceleração do carrinho?

- Em que ficheiro do arquivo os resultados (medições) são gravados?
- O programa (Excel ou Calc) lê corretamente os dados?
- Que forma tem o gráfico da aceleração versus tempo?
- Em que posição o carrinho começou a movimentar-se?
- Qual é o tipo de movimento do carrinho?

Parte 2: Análise dos Dados

1. Analise os gráficos da aceleração versus tempo para diferentes tensões do elástico.
2. Utilizando os dados da aceleração medidos, procure fazer o integral dos valores da velocidade versus tempo e da distância percorrida versus tempo.
3. Analise os gráficos e determine o tipo de movimento do carrinho.

Questões e tarefas para os alunos responderem de forma autónoma:

- Como varia a aceleração à medida que o carrinho se movimenta?
- Como varia a velocidade à medida que o carrinho se movimenta?
- Que tipo de movimento adquire o carrinho? Assinale os segmentos do gráfico onde o veículo possui movimento uniforme, movimento uniformemente acelerado, movimento não uniformemente acelerado, movimento desacelerado, etc.
- Qual a distância percorrida pelo carrinho quando o elástico foi torcido através da rotação da roda 4 vezes, e como procedeu para que o carrinho percorresse maiores e menores distâncias?
- Compare os valores da distância percorrida pelo carrinho no gráfico com as medidas efetuadas com a fita métrica. O que pode estar por detrás das diferenças obtidas?
- O que pode ser alterado no *design* para fazer o carrinho percorrer distâncias maiores com a mesma tensão do elástico?
- Implemente as modificações propostas e verifique se o carrinho realmente percorre distâncias maiores.

O que pode correr mal e como lidar com isso

O carrinho não se move.

- A tensão do elástico pode ser fraca, se for o caso experimente torcer mais o elástico ou combinar 2-3 elásticos em um.

- Pode haver muito atrito entre o eixo do carro e sua estrutura lateral, nesse caso lixe as duas superfícies de contato.

O carro não se move em linha reta.

- Se a ligação entre as rodas e o eixo estiver muito solta, tente diminuir a folga com pedaços de papel, por exemplo. Também pode endurecer a estrutura com cola adequada para plástico, mas então já não será possível removê-la para qualquer outra modificação.

As rodas derrapam no início

- Coloque borracha nas rodas ou coloque o carrinho na carpete, por exemplo, para aumentar o atrito entre as rodas e o piso.

O movimento não dura o suficiente para se conseguir gravar com o smartphone

- O elástico deve estar mais esticado e mais torcido, ou, se isso não for possível, deve ser usado um elástico maior e mais largo.

Os dados do Excel/Calc não são exibidos corretamente

- Antes de abrir a file *.csv no Excel ou Calc, abra-a no Bloco de Notas e verifique como os dados estão escritos. Se as colunas individuais estiverem separadas por "," substitua-as por ";". Além disso, os dados do ponto flutuante, para que o Excel/Calc os leia corretamente, o "." precisa de ser substituído por ","

É difícil iniciar a medição e soltar o carrinho ao mesmo tempo.

- Isso é uma coisa natural. É importante iniciar a medição antes de soltar o veículo. O gráfico mostrará o momento em que o movimento começou (a aceleração começa a aumentar a partir de 0). Os dados, na folha de cálculo, podem ser eliminados antes do momento em que o movimento começa (no zero), e lembre-se de apagar os dados relativamente ao tempo correspondente aos da aceleração que eliminou.

4.5 Unidade 2.c Comparação de resultados (Aula 3)

Modalidade

Em sala de aula ou em reunião online com os alunos

Objetivo

Apresentar ao grupo a análise dos dados recolhidos e compará-los com os dos outros alunos.

Resumos e conclusões.

Materiais necessários para o aluno

- preenchimento da folha de cálculo
- resultados das atividades práticas (tabelas, diagramas)

RESUMO

ANÁLISE DO GRÁFICO DA ACELERAÇÃO

1. Peça a um dos alunos para mostrar/partilhar o gráfico da aceleração versus tempo do carrinho de elástico que criou.
2. Discussão em conjunto dos diferentes tipos de movimento do carrinho.
3. Perguntar se alguém tem um gráfico diferente e pedir-lhe para o mostrar.
4. Discutir em conjunto as diferenças e a(s) sua(s) proveniência(s).

QUESTÕES DE APOIO:

- Em que ponto do gráfico o carrinho tem maior aceleração?
- Qual foi a aceleração máxima do carrinho para a tensão do elástico quando a roda foi voltada duas vezes?
- Todos os carrinhos alcançaram uma aceleração semelhante para a mesma tensão de elástico?
- Em que é que os "designs" dos carrinhos diferem e como é que isso pode ter afetado os resultados?

- O que podemos mudar no “design” para fazer o veículo percorrer distâncias maiores?

4.6 Unidade 3. Pêndulo

Breve descrição

Nesta experiência vamos aprender como é que um pêndulo simples funciona. Construiremos um instrumento para medir o período do pêndulo e investigar os parâmetros de que depende. Finalmente, usaremos esse conhecimento para determinar experimentalmente a aceleração gravítica da Terra.

Temas

Pêndulo simples, teoria do oscilador harmónico, movimento harmónico, amplitude, período de oscilação, aceleração gravitacional da terra, análise de dados, conceção do instrumento de medição

Tempo

3 aulas + trabalho do aluno autónomo em casa

4.7 Unidade 3.a Introdução à compreensão do fenómeno da parte 1 (Aula 1)

Modalidade

Em sala de aula ou reunião online com alunos

Objetivo

Análise do movimento de um pêndulo simples, construí-lo e calcular o seu período de oscilação.

Materiais necessários para o professor

1. Equipamento para construção de um pêndulo simples
2. Cronómetro

Materiais necessários para o aluno

1. Rosca metálica ou similar (diâmetro de cerca de 1,5 cm; massa de cerca de 4,5 g)
2. Fio não elástico aproximadamente de 1 m de comprimento
3. Fita adesiva
4. Haste rígida para pendurar o fio
5. Um artefacto estável para fixar a haste (suporte de laboratório) com uma altura adequada para que a rosca fique livre
6. Folha de papel branca A4 ou A3
7. Transferidor
8. Lápis
9. Uma régua longa ou fita métrica (mínimo de 50 cm)
10. Cronómetro (por exemplo, um smartphone)
11. Folha de trabalho do aluno - Aula 1

Demonstração do professor

1. Afaste o pêndulo da posição vertical de equilíbrio e solte-o, colocando-o em movimento. Junto com os seus alunos, observe o movimento do pêndulo.

2. Junto com os alunos, com um cronômetro, meça as vezes que o “peso” do pêndulo precisa para viajar para a frente e para trás várias vezes consecutivas.
3. Observe os tempos de cada oscilação e compare-os uns com os outros.

PERGUNTAS QUE PODEMOS FAZER AOS ALUNOS APÓS A EXPERIÊNCIA

Como é que se move um peso suspenso por um fio, num pêndulo?

- Qual foi o tempo entre cada ciclo?
- Essa diferença de tempo vai diminuindo? Ou vai aumentando?
- Como se chama a diferença de tempo entre cada ciclo?

O objetivo desta discussão é que os alunos percebam que a diferença de tempo que observam entre cada ciclo é o período de oscilação do pêndulo.

O PRINCIPAL PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

Qual é o período de oscilação do pêndulo?

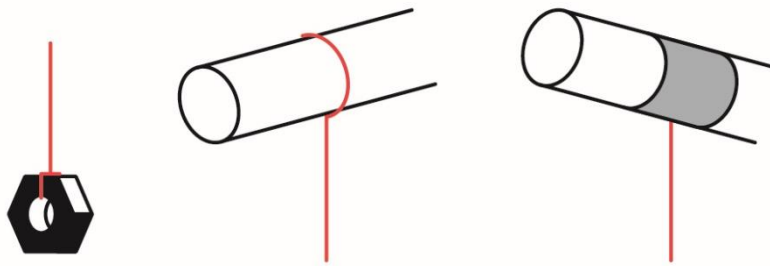
Orientar a discussão para que os alunos construam os seus próprios pêndulos e meçam o período de oscilação.

Atividades e Experiências para os alunos

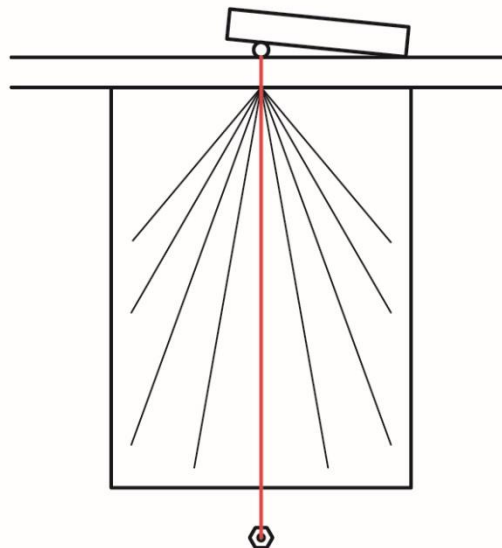
Cada aluno realiza experiências autonomamente numa superfície estável (por exemplo, uma mesa)

TAREFA 1: CONSTRUÇÃO DE UM PÊNDULO

1. Colocar a rosca no fio
2. Fixar a outra extremidade do fio na haste e fixar o ponto de suspensão com fita adesiva.



3. Fixar a haste numa estrutura estável para que a rosca oscile livremente.
4. Numa folha de papel A4 ou A3, desenhe uma escala com diferentes ângulos (como mostrado nas ilustrações).
5. Coloque a folha atrás do fio para que o ponto central da escala coincida com o ponto onde o fio está fixo na haste (ver figura em baixo).



QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 1

Qual é o período de oscilação do pêndulo construído?

1. Afaste o pêndulo **10 graus**. Solte o pêndulo enquanto **liga o cronómetro**.
2. Conte os ciclos, ao quinto ciclo pare o cronómetro e registre o resultado.

3. Calcule o período de oscilação do pêndulo dividindo o resultado por 5.
4. Repita a medição várias vezes e calcule a média dos valores obtidos. O resultado obtido é o valor do período de oscilação do pêndulo construído.

O que pode não dar certo e como lidar com isso

Durante o movimento do pêndulo, as diferenças de tempo entre cada ciclo são muito grandes.

1. Certifique-se de que o ponto de suspensão do fio do pêndulo está fixo.
2. O tempo deve ser medido por várias pessoas. Convidar vários alunos para fazer as leituras eliminará erros.
3. Assegure-se que o cronômetro para quando pressiona o botão. O uso deste recurso ajudará a evitar erros de medição porque pode concentrar-se no movimento do pêndulo e pressionar o botão em simultâneo.
4. O ângulo de oscilação do pêndulo deve ser pequeno, de preferência cerca de 10 graus.

Em medições repetidas com parâmetros constantes, grandes diferenças nos valores do período do pêndulo podem aparecer.

1. Pode aumentar o número de oscilações, o que minimizará os erros devido ao tempo de reação na contagem do tempo.
2. Não inclua valores extremos que se desviem fortemente dos restantes resultados (erros grosseiros) no cálculo da média.

O ponto de suspensão move-se com o movimento do pêndulo.

3. Imobilize o ponto de suspensão, use plasticina ou cola quente, por exemplo.

Resumo

Questões de apoio:

1. Que valores para o período da oscilação obtiveram?
2. Obtiveram os mesmos valores? Se não, a que se podem dever?
3. Em que diferiam os pêndulos uns dos outros?

Um pêndulo (um peso suspenso num fio) descreve um arco, para frente e para trás. Este ciclo completo é a distância que o pêndulo viaja desde o momento em que começa a se mover até que ele retorna ao seu ponto de partida. O tempo que o pêndulo leva para completar um ciclo completo é constante e designa-se de **período de oscilação do pêndulo**, cujo valor depende do *design* do pêndulo.

Os valores dos períodos de oscilação determinados experimentalmente para diferentes pêndulos variam. Isso é natural porque cada aluno construiu o seu pêndulo de forma diferente. Na próxima lição vamos tentar descobrir quais os parâmetros que influenciam o período de um pêndulo.

A diferença dos valores para o mesmo desenho de pêndulo são devidos a erros humanos. O tempo de reação e o olho humano podem afetar a rapidez com que o cronómetro pára. Para evitar tais erros, pode-se usar um instrumento de medição que meça automaticamente o tempo de cada ciclo

Uma tarefa de casa para os alunos é fazer esse instrumento de medição ou saber usar o sensor de um telemóvel

TRABALHO DE CASA 1 - instrumento de medição

Modalidade

Trabalho autónomo dos alunos em casa ou em pequenos grupos na escola

Objetivo

Que os alunos projetem e construam um instrumento de medição (ou usem um sensor) que irá medir indiretamente ou diretamente o período de oscilação de um pêndulo que eles construíram.

Materiais necessários para o professor

Nenhum

Materiais necessários para o aluno

1. um smartphone com o sensor de luz ou um microcontrolador com o sensor de luz
2. elementos de construção
3. pêndulo construído para testes

Dicas para os alunos ao criar um instrumento de medição:

Seleção de sensores:

1. O sensor deve permitir gravar variações no movimento da rosca
2. O sensor não deve reagir significativamente às mudanças atmosféricas

Montagem do sensor

O sensor não deve interferir com o movimento do pêndulo (por exemplo, lembre-se que sensor deve ter uma fonte de alimentação e o peso ou a rigidez do cabo de alimentação podem interferir no movimento do pêndulo, por isso, estes problemas devem ser eliminados).

O sensor deve estar estável para que vibrações e outros movimentos não influenciem as medições

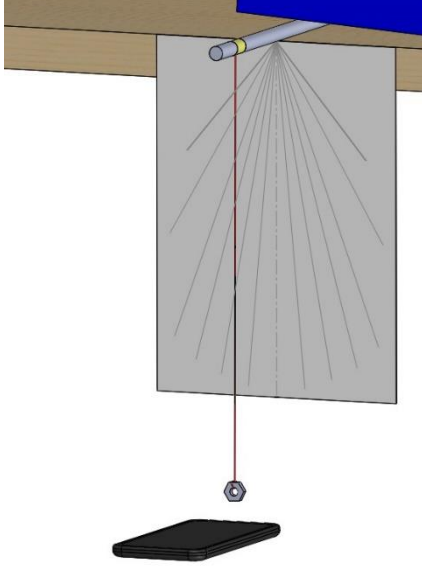
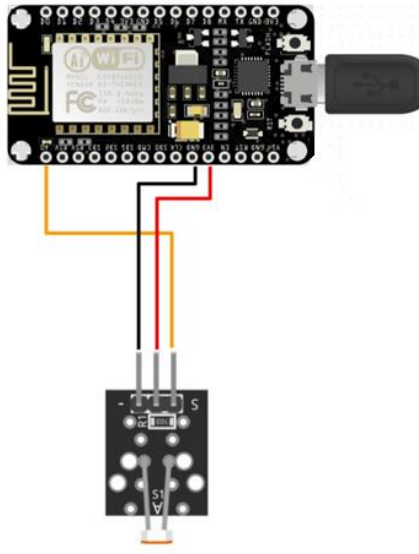
Teste do instrumento

- Depois do dispositivo ser construído e possivelmente programado, teste-o no pêndulo construído
- Verifique os dados que são detetados com o dispositivo e se consegue ler, direta ou indiretamente, o período de oscilação do pêndulo
- Verifique se os dados obtidos estão corretos, por exemplo, recolha os dados com o dispositivo, ao mesmo tempo que mede o período de oscilação do pêndulo com um cronómetro. Compare os tempos lidos com o cronómetro com os do dispositivo de medição (pequenos desvios são normais).
- Melhore o programa ou o design, se necessário.
- Se não conseguir ler o período de oscilação com os dados recolhidos e se as correções feitas não melhorarem o

problema, considerar a concepção de um novo instrumento com um sensor diferente.

Exemplos de soluções:

USANDO UM SENSOR DE LUZ

	
<p>O telemóvel é colocado de tal forma que a câmara frontal, que tem o sensor de luz, é colocado sob a rosca livremente pendurada. Quando o pêndulo se move, a rosca encobrirá o sensor de luz no momento em que passar no ponto 0. Graças à aplicação Arduino Science Journal, poderemos registar os momentos em que a luz do telemóvel é interrompida e, posteriormente, ler o valor do período de oscilação do pêndulo a partir desses dados.</p>	<p>Use um nodeMCU microcontroller e um sensor de luz na modalidade de um fotoresistor ligado a ele. Colocar o fotoresistor como se tratasse de uma câmara de telefone sob a rosca suspensa. O microcontrolador está programado para enviar os dados gravados pelo sensor, por wi-fi, para o computador. A partir dos dados no computador lemos/calculamos o período do pêndulo.</p>

4.8 Unidade 3.b Introdução à compreensão do fenômeno parte 2 (Aula 2)

Modalidade

Em sala de aula ou em reunião online com alunos

Objetivo

Analise o movimento de um pêndulo e investigue os parâmetros que influenciam o seu período de oscilação.

Materiais necessários para o aluno

1. pêndulo construído
2. instrumento de medição
3. balança com precisão de 0,1g
4. folha de trabalho do aluno – lição 2

Resumo do trabalho de casa – Apresentação dos instrumentos de medição criados

1. Pedimos a um dos alunos que apresente o instrumento de medição que ele criou
2. Perguntamos se alguém construiu outro e, se sim, apresente-o também.
3. Discutimos as diferenças de construção dos instrumentos
4. Se houver algum problema, tentamos resolvê-los juntos.

Discussão

O objetivo desta discussão é rever o que aprendemos na aula anterior, ou seja, como determinámos o período de oscilação de um pêndulo, experimentalmente, e os resultados para o período de oscilação, para diferentes desenhos do pêndulo.

O PRINCIPAL PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

Quais são os parâmetros que afetam o período de oscilação de um pêndulo?

Pode orientar a discussão para que os próprios alunos falem dos parâmetros que afetam o período de um pêndulo, e encorajá-los a usar os seus próprios dispositivos de medição para descobrir como, e se, o período de oscilação muda quando um determinado parâmetro é alterado. Perguntas de investigação orientadoras são fornecidas abaixo na seção "Experiências dos alunos", mas cada aluno pode propor a sua.

PROPOSTA PARA TRABALHAR COM ALUNOS

Podemos dividir os alunos em grupos e atribuir a cada grupo uma pergunta para investigar. Finalmente, todas os grupos partilham as suas descobertas com toda a classe.

Experiências dos alunos

Cada aluno realiza uma experiência autonomamente numa superfície estável.

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 1

VARIAR O ÂNGULO INICIAL AFETA O VALOR DO PERÍODO DE OSCILAÇÃO?

Meça o período de oscilação do pêndulo com o instrumento de medição para diferentes valores do ângulo inicial do pêndulo (o comprimento e a massa do pêndulo permanecem inalterados). Registe os dados obtidos numa tabela ou registe-os numa folha e trace um gráfico com base nos dados.

Ângulo inicial α [°]	5	10	15	20	30	40	50
Período de oscilação T [s].							

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 2

VARIAR A MASSA DE UM PÊNDULO AFETA O VALOR DO PERÍODO DE OSCILAÇÃO?

Repita as medições para diferentes massas do pêndulo (rosca). A massa do pêndulo pode ser alterada adicionando mais roscas ou pedaços de plasticina previamente pesados (o comprimento do pêndulo e o ângulo de oscilação inicial do pêndulo permanecem inalterados). Registre os dados obtidos numa tabela ou registre-os numa folha e trace um gráfico com base nos dados.

Massa do pêndulo m [g].							
Período de oscilação T [s].							

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 3

VARIAR O COMPRIMENTO DO PÊNDULO (FIO) AFETA O VALOR DO PERÍODO DE OSCILAÇÃO?

Repita as medições para diferentes comprimentos do pêndulo. Pode variar o comprimento do pêndulo encurtando gradualmente o fio. (A massa e o ângulo de oscilação inicial do pêndulo permanecem inalterados). Registre os dados resultantes numa tabela ou registre-os numa folha e trace um gráfico com base nos dados.

Comprimento do fio do pêndulo l [cm].	100	80	60	40	30	20	10
Período de oscilação T [s].							

O que pode não dar certo e como saber lidar com isso

O ponto de suspensão move-se com o movimento do pêndulo.

- Imobilize o ponto de suspensão com plasticina ou cola quente, por exemplo.

O dispositivo de medição não regista os dados.

- Tente consertar o dispositivo. Se falhar, meça com o cronómetro.

A relação matemática não é visível no gráfico ou é difícil de reconhecer

- Recolha mais dados, faça algumas medições adicionais para parâmetros com valores diferentes dos considerados

Resumo da experiência

Perguntas de apoio:

1. Quais os parâmetros que afetam o período de oscilação de um pêndulo?
2. Que valor tem o ângulo do pêndulo inicial antes de o soltar?

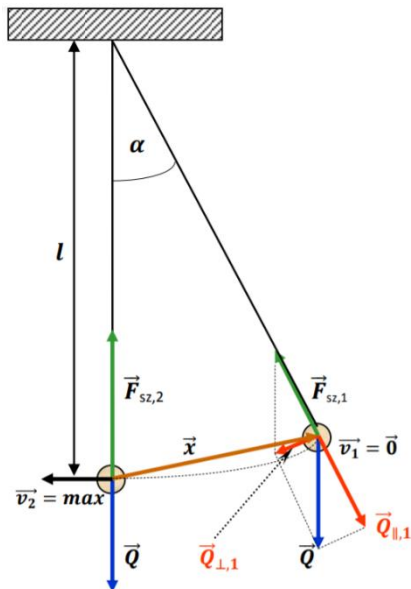
O valor do **Período de oscilação de um pêndulo** depende apenas do comprimento do pêndulo (fio) e de uma certa constante, que é a força do campo gravitacional à superfície da Terra. Essa constante é comumente chamada de aceleração da gravidade.

As conclusões acima são verdadeiras **apenas para pequenos ângulos de oscilação**. O período de oscilação do pêndulo, T , aumenta, com o aumento do comprimento do fio do pêndulo, L , em particular com $L^{1/2}$

O período de oscilação de um pêndulo, assumindo que o desviarmos de um pequeno ângulo ($< 10^\circ$), não depende da massa do pêndulo (rosca) e do ângulo de oscilação inicial.

Explicação do fenómeno – a teoria do pêndulo simples

Um pêndulo simples consiste numa massa suspensa por um fio inextensível e praticamente sem peso. Um bom exemplo de um pêndulo é uma pequena bola suspensa por um fio longo, onde o fio é muitas vezes maior que o raio da bola, e a massa do fio é insignificante em comparação com a massa da bola.



Legenda da figura:

l – Comprimento do fio do pêndulo (distância do centro de gravidade da bola à haste que sustem o fio);

m – Massa do pêndulo (massa da bola);

\vec{Q} – Peso da bola ($Q = \text{const} = m \cdot g$);

\vec{Q}_{\perp} – Componente vetorial do peso da bola na direção perpendicular ao fio

\vec{Q}_{\parallel} – Componente vetorial do

peso da bola na direção do fio;

\vec{F}_{sz} – Tensão do fio;

\vec{F}_w – Resultante vetorial das forças aplicadas na bola;

\vec{x} – Vetor posição da bola relativamente à posição de equilíbrio;

1 – Posição mais afastada da bola relativamente à posição de equilíbrio;

2 – Posição da bola quando passa na posição de equilíbrio;

A – Amplitude de oscilação máxima face à posição de equilíbrio.

$$|\vec{x}_1| = \text{max} = A \quad |\vec{x}_2| = 0$$

Depois do pêndulo ser afastado da sua posição de equilíbrio inicial, de um ângulo α , o pêndulo terá um movimento periódico com a amplitude igual ao ângulo inicial. Com pouca resistência do meio (ar) e num curto intervalo de tempo, a amplitude pode ser considerada constante. Duas forças influenciam o movimento do pêndulo: a força gravitacional \vec{Q} e a força de reação do fio na bola \vec{F}_{sz} . Isso pode ser expresso da seguinte forma:

$$\vec{F}_w = \vec{Q} + \vec{F}_{sz}$$

O peso da bola \vec{Q} pode ser decomposto em duas componentes: \vec{Q}_{\perp} e \vec{Q}_{\parallel} , cuja relação é:

$$\vec{Q}_{\perp} + \vec{Q}_{\parallel} = \vec{Q} \quad \Rightarrow \quad \vec{F}_w = \vec{Q}_{\perp} + \vec{Q}_{\parallel} + \vec{F}_{sz}$$

A bola não se move na direção do fio, o que significa que:

$$\vec{Q}_{\parallel} + \vec{F}_{sz} = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{F}_w = \vec{Q}_{\perp}$$

Com um ângulo α da posição de equilíbrio, o valor da componente da força gravitacional, perpendicular ao fio, é expressa pela relação de um triângulo retângulo, definido pelo vetor da força da gravidade e os seus componentes (ver figura). Assim:

$$Q_{\perp} = Q \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad \Rightarrow \quad F_w = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

Para um pêndulo (fio) suficientemente longo e um pequeno ângulo de afastamento da posição de equilíbrio ($\alpha < 10^\circ$) o triângulo definido pelo pêndulo em equilíbrio, o pêndulo na amplitude de oscilação máxima, e o vetor \vec{x} podem ser considerados (aproximadamente) a um triângulo retângulo. Com base nisso, pode então escrever-se:

$$\sin \alpha \approx \frac{x}{l} \quad \Rightarrow \quad F_w = -\frac{m \cdot g}{l} \cdot x \quad \Rightarrow \quad F_w \sim -x$$

Segue-se que **o valor da força resultante é diretamente proporcional ao afastamento do pêndulo da sua posição de equilíbrio.**

Essa relação é verdadeira apenas para pequenos ângulos, não superiores a 10 graus, porque essa foi a suposição feita para que sejam válidas as considerações aqui expressas. Além disso, vetores \vec{F}_w e \vec{x} têm (aproximadamente) as mesmas direções, mas sentidos opostos, daí o sinal "-" nas fórmulas apresentadas acima. Assim :

$$\vec{F}_w \sim -k \cdot \vec{x}$$

Na física, esta equação é chamada de equação de um oscilador harmónico. Significa que **um pêndulo simples executa um movimento harmónico**. Neste movimento:

$$k = m \cdot \omega^2 \quad \text{gdzie} \quad \omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

onde T é o período de oscilação no movimento harmónico.

Porque:

$$\begin{aligned} F_w = -\frac{m \cdot g}{l} \cdot x &\Rightarrow k = \frac{m \cdot g}{l} \Rightarrow m \cdot \omega^2 = \frac{m \cdot g}{l} \Rightarrow \omega^2 \\ &= \frac{g}{l} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow \frac{2 \cdot \pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}} \end{aligned}$$

Portanto (após uma reorganização) **o período de oscilação de um pêndulo simples**, T , é expressa por:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Resumindo:

- para pequenos ângulos de oscilação da posição de equilíbrio, o período de oscilação de um pêndulo simples **não depende da massa do pêndulo (a massa da bola)**;
- para pequenos ângulos de oscilação a partir da posição de equilíbrio, o período de oscilação de um pêndulo simples **não depende do valor do ângulo de oscilação da posição de equilíbrio** (o chamado isocronismo de um pêndulo);
- para pequenos ângulos de oscilação da posição de equilíbrio o período de oscilação de um pêndulo simples **é diretamente proporcional à raiz quadrada do comprimento do pêndulo**. Isso significa que se o comprimento do pêndulo aumentar nove vezes, por exemplo, o período do pêndulo aumentará três vezes.

Na experiência, os resultados foram semelhantes, justamente porque as medições foram feitas para ângulos inferiores a 10 graus.

Conhecendo a fórmula para o período de oscilação de um pêndulo simples, podemos determinar experimentalmente o valor da aceleração da Terra. **Isso pode ser muito interessante para os alunos.**

Trabalho de casa 2 – Aceleração gravitacional da Terra

Modalidade

Trabalho autônomo dos alunos em casa ou em pequenos grupos na escola

Objetivo

Planeie uma experiência usando o pêndulo construído e um instrumento de medição para determinar experimentalmente o valor da aceleração gravitacional da Terra.

Materiais necessários para o aluno

1. pêndulo construído
2. instrumento de medição
3. balança com uma precisão de 0,1g
4. régua ou fita métrica
5. folha de trabalho do aluno – trabalho de casa 2

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 1

Qual é a aceleração gravitacional da Terra?

1. Reuna os instrumentos necessários
2. Calcule o valor da aceleração gravitacional da Terra a partir dos dados obtidos.
3. Compare o valor obtido para a aceleração gravitacional da Terra com o valor obtido nas aulas de física

Perguntas para os alunos responderem de forma independente:

1. Qual é o valor da aceleração gravitacional da Terra, aproximadamente?
2. A aceleração gravitacional da Terra tem o mesmo valor em todos os locais do globo?
3. Qual é a expressão algébrica para determinar o período de oscilação de um pêndulo simples?
4. Quais os valores que preciso de medir para calcular o valor da aceleração gravitacional da Terra usando a expressão algébrica acima?

O que pode correr mal e como saber lidar com isso

O valor resultante da aceleração da gravidade da Terra desvia-se muito do valor obtido na aula de física.

1. Repita as medições várias vezes e despreze os valores obtidos extremos (sujeitos a erros grosseiros) e calcule a média
2. Verifique o instrumento de medição: a construção do pêndulo e o instrumento de medição, para garantir que eles não sejam a fonte dos erros grosseiros

4.9 Unidade 3.c Comparação de resultados (Aula 3)

Modalidade

Em sala de aula ou em reunião online com alunos

Objetivo

Apresentar ao grupo a análise dos dados recolhidos e comparar os resultados obtidos com os outros alunos. Resumos e conclusões.

Materiais necessários para o professor

Não são necessários

Materiais necessários para o aluno

1. Folhas de registo preenchidas
2. Resultados das tarefas e das experiências (tabelas, diagramas)

Apresentação dos resultados obtidos

- Pedir aos alunos que apresentem os resultados das suas experiências, ou seja, o valor da aceleração gravitacional da Terra, determinada a partir dos dados recolhidos durante a realização da experiência
- Discutir as diferenças dos valores obtidos
- Pedir aos alunos que descrevam seu método de medição e o instrumento de medição que usaram.

Discussão

O objetivo da discussão é incentivar os alunos a aprender mais aprofundadamente a teoria associada aos erros de medição, tema que é abordado numa das experiências efetuadas.

Deve-se enfatizar que usando diferentes instrumentos de medição, fazer medições em diferentes condições, e por pessoas diferentes, podemos obter resultados diferentes e no campo da investigação científica isso é uma coisa natural.

Quando respondermos à pergunta sobre “quais e como as medições foram afetadas?”, aprenderemos a medir o objeto em estudo com maior precisão, evitando ou minimizando possíveis erros.

Será assim que vamos determinar, por exemplo, o valor da aceleração “real” da Terra? Não. Só conseguiremos obter um valor aproximado.

Resumo de todas as lições

Perguntas de apoio:

- Qual é o movimento de um pêndulo simples quando é largado de uma certa posição afastada da posição de equilíbrio ?
- Como se designa o tempo de um ciclo (movimento para frente e para trás)?
- Quais os parâmetros de que depende o período de oscilação de um pêndulo?
- Qual é a expressão algébrica para o período de oscilação de um pêndulo simples e que aproximações são necessárias fazer?
- Qual é o valor da aceleração gravitacional da Terra?

4.10 Unidade 4. Eletromagnetismo

Breve descrição

Nesta experiência vamos aprender como é que os eletro-íman funcionam. Construiremos um instrumento para medir a força do campo magnético e investigar quais são os parâmetros que determinam a força do campo magnético produzido por um eletro-íman. Finalmente, usaremos o conhecimento que adquirimos para criar um detetor de moedas.

Tópicos

Eletro-íman, corrente elétrica, linhas do campo magnético, força do campo magnético, vetor de indução magnética, análise de dados, projeto do instrumento de medição, sensor magnético

Tempo

3 aulas + trabalho do aluno autónomo em casa

4.11 Unidade 4.a Construção de um eletroímã (Aula 1)

Modalidade

Em sala de aula ou em reunião online com os alunos

Objetivo

Construir um eletro-ímã.

Materiais necessários para o professor

- Eletro-ímã (que não esteja ligado a uma bateria)
- Bateria AA ou AAA
- Fita isolante
- Tesoura
- Ímã em forma de barra
- Bússola
-

Materiais necessários para o aluno

- fio de cobre isolado aproximadamente de 1 m de comprimento
- lixa
- fita adesiva
- um cilindro (de um marcador espesso, tubo plástico) no qual o fio possa ser enrolado
- Bateria AA ou AAA
- bússola
- Folha de papel A4
- lápis
- régua
- tesoura
- Folha de trabalho do aluno - Lição 1

Demonstração do professor

1. Ligue o solenoide à bateria com fita isolante.
2. Posicione o eletro-ímã em relação à agulha da bússola perpendicularmente um ao outro (Fig. 1) e espaçados, por exemplo, de 20 cm

3. Aproxime lentamente o eletro-íman da bússola e observe com seus alunos o que acontece.
4. Desligue o solenoide da bateria para que não aqueça.
5. Em seguida, posicione o íman no lugar do eletro-íman e mova-o lentamente para mais perto da bússola enquanto observa o que acontece com a agulha da bússola.

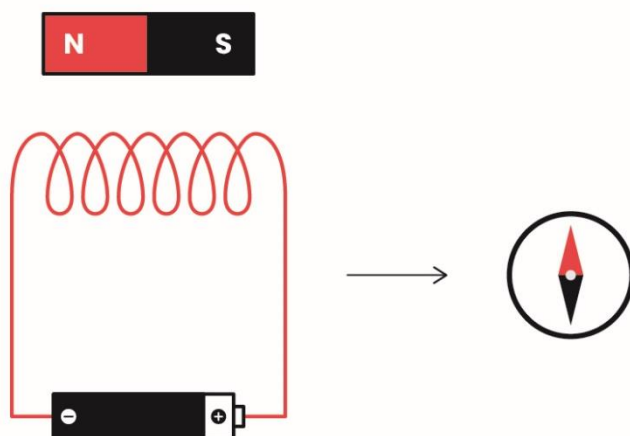


Fig. 1. Alinhamento do eletro-íman e do íman em relação à bússola durante a demonstração.

Perguntas que podemos fazer aos alunos após a demonstração

A agulha reagiu da mesma forma ao eletro-íman e ao íman?

Em que situação a agulha respondeu mais rápido?

Quais são os componentes que compõem um eletro-íman?

De que lado do eletro-íman se “criou” o polo sul e de que lado se “criou” o polo norte?

DISCUSSÃO

O objetivo da discussão é fazer com que os alunos se interessem pelo fenômeno do eletromagnetismo e inspirá-los a investigar o que pode afetar a força de um eletro-íman.

Principal pergunta de investigação: O que afeta a força de um eletro-íman?

Direcione a discussão para que os próprios alunos sugiram quais são os fatores que podem afetar a força de um eletro-íman. A discussão deve inspirá-los a investigar quais são esses fatores usando eletro-íman construídos por eles próprios. Questões de apoio que podem ser usadas para moderar a discussão.

O que podemos fazer para aumentar a força do eletro-íman?

Discutam o desempenho dos diferentes eletro-ímanes construídos pelos alunos?

Uma proposta sobre como trabalhar em grupo

Cada aluno constrói o seu próprio eletro-íman e testa a sua força. Idealmente, cada aluno deve ter a mesma bússola.

2. Atividades e experiências dos alunos

Cada aluno constrói o seu próprio eletro-íman e testa-o.

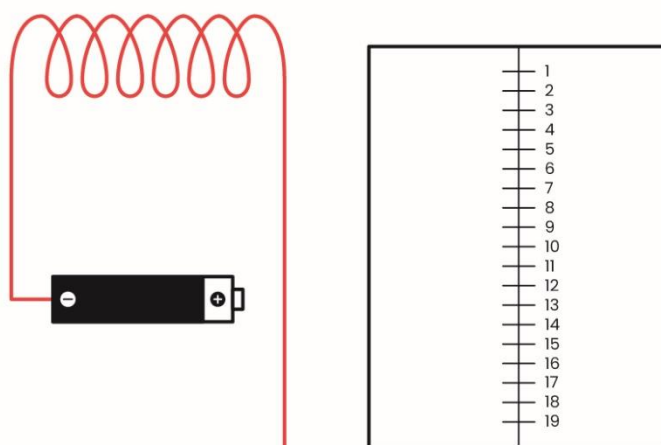
TAREFA 1: FAZER UM ELETRO-ÍMAN E UMA FOLHA PARA EFETUAR MEDIÇÕES

Remova o isolamento das extremidades do fio elétrico (cerca de 1 cm em cada extremidade). Se o fio estiver envernizado ou coberto por um material isolante, remova o isolamento com lixa. Se o isolamento for de borracha, use uma tesoura.

Enrole um pouco do fio elétrico, firmemente, em torno de um pequeno cilindro. Por fim, remova o cilindro.

Ligue uma das extremidades do fio ao "-" da pilha. Use fita isolante. Deixe a outra ponta livre por enquanto.

Desenhe uma semireta no centro de uma folha de papel A4 e ao longo da margem maior marque uma escala com intervalos de 1 cm, de 0 a 20 cm.



QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 1

QUÃO FORTE É O ELETRO-ÍMAN QUE FIZEMOS?

1. Coloque a bússola no ponto 0 da escala desenhada na folha A4. Posicione a folha de papel de modo a que a agulha da bússola se alinhe com a margem mais curta da folha.
2. Posicione o eletro-íman ao lado da folha como mostrado na Figura 3 e ligue a extremidade livre do fio elétrico ao polo "+" da pilha com fita isolante.
3. Mova lentamente o eletro-íman em direção à bússola e observe a agulha.
4. Assim que notar que a agulha da bússola se moveu, pare o eletro-íman e observe a distância na escala.
5. Desligue o fio elétrico da pilha do polo "+" para que o solenoide não aqueça desnecessariamente.
6. Repita as medições várias vezes.

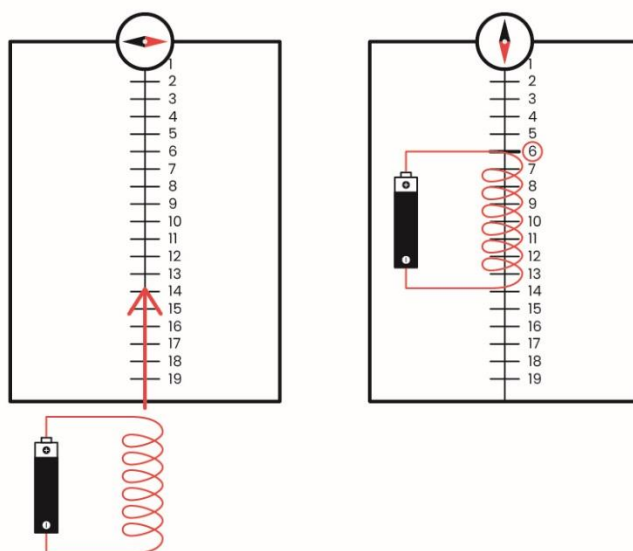


Fig. 3 Os passos da experiência

O que pode não dar certo e como saber lidar com isso

O solenoide não faz mover a agulha.

Verifique se a pilha que está a usar não está descarregada e se os fios elétricos estão a fazer um bom contato com a pilha.

Verifique se a agulha está presa, teste-a usando um íman. No entanto, se a agulha funcionar, significa que precisa de construir um novo eletro-íman com mais “voltas” ou um fio elétrico com um diâmetro maior.

O eletro-íman aquece muito.

Com luvas, ligue o fio elétrico à pilha por períodos de tempo mais curtos, esperando um momento antes de cada ligação.

Resumo da experiência

Perguntas de apoio:

A que distância da bússola o eletro-íman fez mover a agulha da bússola?

As distâncias são as mesmas para todos os alunos?

O que pode originar essas diferenças?

Quais as diferenças entre os eletro-ímanes que cada um construiu?

Um condutor (no nosso caso um fio de cobre) através do qual flui uma corrente elétrica na forma de uma espiral gera um campo magnético em torno de si mesmo. A forma deste campo é semelhante à forma do campo magnético gerado por um íman (Figura 4).

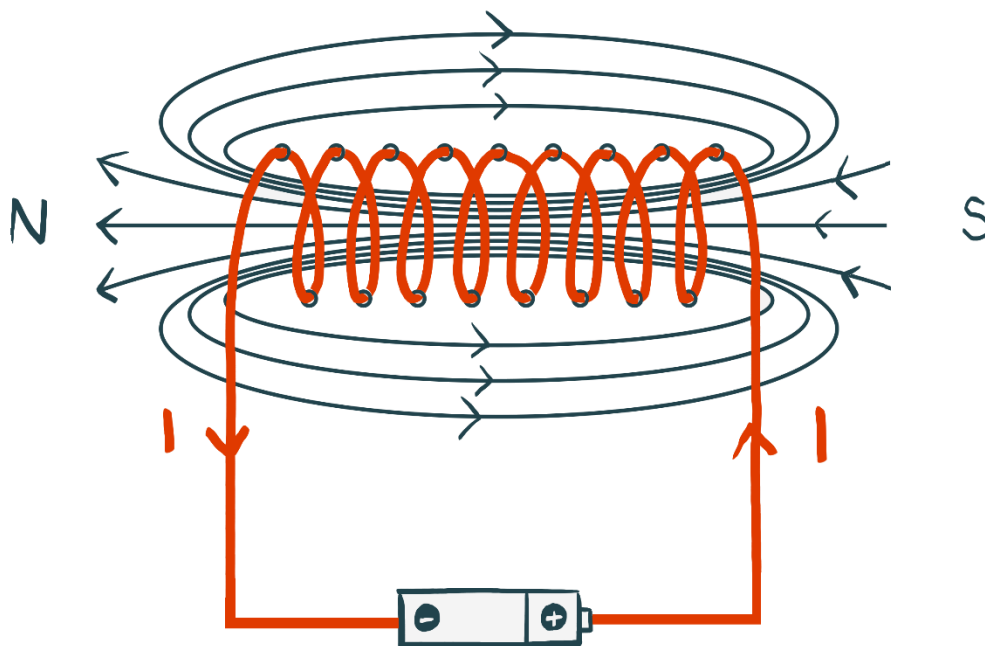


Figura 4: “Layout” das linhas do campo magnético em torno de uma bobina (fio enrolado) ligada a uma pilha

Testámos a força do campo magnético dos eletro-ímanes construídos usando uma escala centimétrica e uma bússola. Quanto mais forte era o eletro-íman maior a distância que balançava a agulha da bússola. Os valores dessas distâncias, para diferentes eletro-ímanes, variaram. Isso é natural porque cada aluno construiu o seu eletro-íman de modo ligeiramente diferente. Na próxima lição tentaremos descobrir quais são os elementos de construção de um eletro-íman (parâmetros) que afetam a força do campo magnético que originam.

O nosso método de medição só é capaz de determinar se um certo eletro-íman é mais forte ou mais fraco do que o outro. Para poder verificar com rigor como é que a força do campo magnético de um eletro-íman muda com a variação de algum elemento específico da sua estrutura, precisamos de um instrumento de medição que meça a intensidade do campo magnético.

Uma tarefa para casa é propôr aos alunos para construírem um instrumento que seja capaz de fazer essas medições.

Trabalho de casa 1 - instrumento de medição

Modalidade

Trabalho autônomo dos alunos em casa ou em pequenos grupos na escola

Objetivo

Que os alunos planeiem e construam um instrumento ou selecionem uma aplicação que meça indiretamente ou diretamente a força do eletro-íman que construiram.

Materiais necessários para o aluno

Um smartphone com o sensor adequado ou um microcontrolador com o sensor adequado

Elementos de construção

Eletro-íman para testes

Dicas para os alunos:

Seleção dos sensores:

O sensor deve permitir registrar alterações na intensidade da força do campo magnético produzida pelo eletro-íman.

O sensor não deve reagir visivelmente às mudanças no ambiente.

Montagem do sensor

O sensor deve ser montado de tal forma que, por exemplo, as suas oscilações ou movimentos não influenciem os resultados da medição.

O sensor deve estar sempre à mesma distância do eletro-íman. Se mudarmos essa distância durante as medições, podemos cometer erros grosseiros que podem afetar os resultados. Por isso podemos pensar em fixar o eletro-íman e o sensor para que a distância entre eles seja sempre a mesma durante a medição.

Teste do instrumento de medição

Uma vez que o dispositivo esteja construído, e possivelmente programado, teste-o no eletro-íman construído.

Verifique os dados que lê do dispositivo e se pode ler, direta ou indiretamente, a intensidade do campo magnético, ou qualquer outro parâmetro que nos permita determinar a intensidade do campo magnético.

Verifique se os dados obtidos estão corretos, por exemplo, quando o eletro-íman se aproximar do sensor, os valores da força do campo magnético devem aumentar.

Melhorar o programa ou o design, se necessário.

Se não conseguir ler a intensidade do campo magnético, ou qualquer outro parâmetro que nos permita determiná-lo, e as correções feitas não o permitiram, considere a criação de um novo instrumento ou usar um sensor diferente.

Exemplos de soluções

COM UM SENSOR (MAGNETÓMETRO)

	
<p>Pode-se usar o aplicativo Arduino Science Journal num telefone colocado a uma curta distância do eletro-ímã e ler a força do campo magnético com um magnetômetro. Nem todos os telefone têm este sensor incorporado, por isso, assegure-se que esta opção está disponível no seu modelo de telefone. Além disso, os valores não são estáveis, ou seja, há algumas flutuações, então, deve esperar e ler, aproximadamente, a média dos valores que o sensor mostra. Também, o sensor mostra uma intensidade do campo magnético diferente de zero no início, porque podem existir ímanes no espaço circundante e também porque o sensor está a registrar continuamente o campo magnético da terra.</p>	<p>Usando um <i>nodeMCU</i> microcontroller e um <i>Hall sensor</i> conectados. Coloca-se o sensor, como se fosse um telefone, a uma pequena distância do eletro-ímã. O microcontrolador está programado para enviar os dados gravados pelo sensor, via wi-fi, para o computador. A partir dos dados no computador lemos/calculamos a força do campo magnético.</p>

4.12 Unit 4.b Construção de um sensor (Aula 2)

Modalidade

Em sala de aula ou em reunião online com os alunos

Objetivo

Investigue os parâmetros que influenciam a força do campo magnético de um eletro-íman

Materiais necessários para o aluno

- fios de cobre isolados com aproximadamente 2 m de comprimento e com várias seções transversais
- lixa
- fita adesiva
- um cilindro de diferentes diâmetros (marcador espesso, tubo plástico, lápis) no qual possa enrolar um fio
- pilhas AA ou AAA
- régua
- tesoura
- instrumento de medição
- multímetro (opcional)
- folha de trabalho do aluno – lição 2

Resumo do trabalho de casa

Apresentação dos instrumentos de medição usados

1. Pedimos a um dos alunos que apresente o instrumento de medição que usou
2. Perguntamos se alguém construiu outro e, se sim, por favor, apresente-o também.
3. Discutimos as diferenças
4. Se houver algum problema, tentamos resolvê-los juntos.

Discussão

O objetivo desta discussão é “solidificar” o conhecimento da lição anterior, ou seja, como é que a força do campo magnético de um eletro-íman pode ser medida e, para diferentes projetos/*designs*

de eletro-íman, observar intensidades diferentes do campo magnético.

ESTUDO PRINCIPAL DO PROBLEMA: Quais são os parâmetros de um eletro-íman que influenciam a força de seu campo magnético?

Direcionar a discussão para que os próprios alunos proponham os parâmetros do eletroímã que influenciam a força do campo magnético, e incentivá-los a usar os seus instrumentos para investigar como e se a força do campo magnético muda, quando se faz variar um determinado parâmetro. Abaixo, na seção "Experiências dos alunos" encontrará questões de investigação, mas cada aluno pode levantar as suas questões.

Proposta para trabalhar com alunos

Podemos dividir os alunos em grupos e atribuir a cada grupo uma questão para investigarem. Finalmente, todas os grupos partilham as suas descobertas com toda a turma.

2. Experiências dos alunos

Cada aluno realiza experiências de forma independente.

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 1:

COMO É QUE O NÚMERO DE VOLTAS DE UM ELETRO-ÍMAN INFLUENCIA A FORÇA DE SEU CAMPO MAGNÉTICO?

Meça a força do campo magnético do eletroíman para um numero de "voltas" do fio elétrico condutor diferentes, com um instrumento de medição adequado (certifique-se de que as condições ambientais, bem como outros parâmetros, não mudam durante as medições). Registe os dados obtidos numa tabela e trace um gráfico com base nos dados.

Use o mesmo cilindro, a mesma pilha, o mesmo fio, e o comprimento da bobina também tentamos que seja o mesmo.

É melhor começar com um numero maior de "voltas" e marcar o início e o fim da bobina no cilindro. Ao diminuir o número de "voltas", certifique-se de que o início e o fim estejam sempre nos lugares marcados no cilindro.

Lembre-se também de ler os valores, o mais rápido possível e, depois desconecte imediatamente o solenoide da pilha. Isso evitará que o eletro-íman aqueça.

Número de “voltas”						
Força do campo magnético, H [μ T].						

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 2:

Como é que o diâmetro transversal do fio elétrico, a partir do qual o eletro-íman é feito influencia a força do seu campo magnético?

Meça a força do campo magnético do eletro-ímã, com o instrumento de medição, feito com fios de cobre de diferentes diâmetros transversais (certifique-se de que as condições ambientais, bem como outros parâmetros, não mudam durante as medições subsequentes). Registe os dados obtidos numa tabela e trace um gráfico com base nos dados (se tiver apenas 2-3 fios de espessura diferente, não faça um gráfico, apenas compare os resultados).

Usar o mesmo cilindro, a mesma pilha, o mesmo número de “voltas” e o comprimento da bobina também deve ser o mesmo.

A melhor maneira é marcar o início e a extremidade da bobina no cilindro e, em seguida, enrolar um fio com o menor diâmetro transversal em torno do cilindro. Em seguida, remova o cilindro e faça o mesmo para outras espessuras de fio elétrico.

Lembre-se, também, de registar o valor o mais rápido possível e, depois, desconecte imediatamente o solenoide da pilha. Isso evitará que o eletro-íman aqueça.

Diâmetro da seção transversal do fio elétrico [mm]						
Magnetic field strength H [μ T].						

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 3:

Como é que o diâmetro de uma bobina de um eletro-íman influencia a força do seu campo magnético?

Meça a força do campo magnético do eletro-íman com o instrumento de medição, para cilindros (nos quais se enrola o fio elétrico) com diferentes diâmetros (certifique-se de que as condições ambientais, bem como outros parâmetros, não mudam durante as medições subsequentes). Os dados obtidos são registados numa tabela e trace um gráfico (se tem apenas 2-3 rolos de espessura diferente, não faça um gráfico, basta comparar os resultados).

Use o mesmo fio elétrico, a mesma pilha, um número fixo de “voltas” e o comprimento da bobina também deve ser o mesmo.

A melhor maneira é marcar o mesmo comprimento da bobina em cada cilindro (o início e a sua extremidade) e, em seguida, enrolar o fio elétrico no cilindro com maior diâmetro, lembrando-se que o número de “voltas” é fixo. Em seguida, faça a medição e desmonte o eletro-íman. Depois, construa os eletro-ímanes, um a um, usando cilindros com diâmetros cada vez menores e lembrando-se que o número de “voltas” e o comprimento da bobina não mudam.

Lembre-se, também, de ler o valor da força do campo magnético o mais rápido possível e depois desconecte imediatamente o solenóide da pilha. Isso evitará que o eletro-íman aqueça.

Secção transversal do diâmetro da bobina (cilindro) [mm].						
Intensidade do campo magnético, H [μT].						

QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO 4:

Como é que o comprimento da bobina em si (a distância da primeira bobina até a última bobina) de um eletro-íman influencia a força do seu campo magnético?

Meça a força do campo magnético do eletro-íman com o instrumento de medição para diferentes comprimentos da bobina (certifique-se de que as condições ambientais, bem como outros parâmetros, não mudam durante as medições). Registe os dados obtidos numa tabela e trace um gráfico com base nos dados.

Use o mesmo fio elétrico para enrolar em torno do cilindro, o mesmo cilindro, a mesma pilha, um número fixo de bobinas (voltas).

É melhor marcar no cilindro o "início" da bobina (o lugar da primeira bobina) e as várias distâncias até chegar à "extremidade" (a posição da última bobina). A partir do maior segmento, enrole o fio, fixando o número de bobinas (ou voltas). Meça a intensidade do campo magnético do eletro-íman e, em seguida, desmonte-o para criar outro, com um comprimento da bobina diferente, lembrando-se de manter o número de bobinas.

Lembre-se, também, de ler o valor do campo magnético o mais rápido possível e, depois, desconecte o fio elétrico do solenoide da pilha. Isso evitará que o eletro-íman aqueça.

Comprimento da bobina [cm]						
Força do campo magnético H [μT].						

O que pode não correr bem e como saber lidar com isso

O eletro-ímã não tem interferência no dispositivo de medição.

Verifique se a pilha que está a usar não está descarregada e se os fios estão ligados adequadamente à pilha.

Verifique se o dispositivo de medição está a funcionar corretamente, por exemplo, teste-o usando um ímã.

O eletro-ímã aquece muito.

Vista luvas, use o fio elétrico, ligado à pilha, por um tempo mais curto, e espere um momento antes de fazer a ligação novamente.

Não há diferença no desempenho do eletro-ímã em diferentes situações da experiência:

Use diferenças mais significativas nos parâmetros testados (por exemplo, não compare o desempenho de um solenóide com 10 e 12 bobinas, mas por exemplo 10 e 20 ou mesmo 30).

Se estiver a usar pilhas diferentes, verifique se elas dão valores de diferença de potencial diferentes (não queremos que a pilha seja o fator variável nas experiências).

Se tiver um amperímetro, use-o durante as medições para ter a certeza de que a corrente elétrica que flui através do eletro-ímã é constante ou muda apenas ligeiramente. A exceção é a experiência #2, na qual a corrente elétrica varia consoante a espessura do fio.

Resumo das experiências e explicação do fenómeno

Perguntas de apoio:

Quais são os parâmetros que influenciam a força do campo magnético gerado por um eletro-ímã?

Examinámos todos os parâmetros/variáveis possíveis que influenciam a força do campo magnético de um eletro-ímã?

Trabalho de casa 2 – Dispositivo de diferenciação de algumas moedas

Modalidade

Trabalho independente dos alunos em casa ou em pequenos grupos na escola

Objetivo

Projeto e construção de um dispositivo que vai atrair algum tipo de moedas espalhadas no chão.

Materiais necessários para o aluno

componentes para a construção de um eletro-íman

instrumento de medição para medir a intensidade do campo magnético

elementos de construção (por exemplo, cartão prensada, papel duro, tijolos LEGO)

balança de precisão de 0,1g (opcional)

moedas de vários tipos

TAREFA 1: Construção do dispositivo de diferenciação de algumas moedas

Pese as moedas de diferentes tipos

Construa um eletro-íman e modifique-o para atrair apenas as moedas selecionadas.

Perguntas para os alunos responderem de forma independente:

Que forças agem nas moedas levantadas pelo eletro-íman?

Que parâmetros de um eletro-íman podemos mudar para alterar a força de atração das moedas?

Quais os valores que preciso de medir para poder selecionar os parâmetros do eletro-íman para que ele levante apenas algum tipo de moedas?

4.13 Unidade 4.c Dispositivo de ordenação demonstração (Aula 3)

MODALIDADE

Em sala de aula ou em reunião online com alunos

OBJETIVO

Apresentar ao grupo a operação do dispositivo de triagem construído e comparar a sua construção e operação com as dos outros. Resumos e conclusões.

MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA O ALUNO

- Folhas preenchidas
- dispositivos construídos
- moedas de vários tipos

1. Resumo do trabalho de casa

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

- Pedimos aos alunos que apresentem os seus dispositivos de diferenciação de moedas
- Discutimos as diferenças na construção e operação dos vários dispositivos de diferenciação de moedas.
- Pedimos aos alunos que descrevam o seu método de diferenciação e a ferramenta/mecanismo que usaram.

Discussão

O objetivo da discussão é incentivar os alunos a partilhar as dificuldades que encontraram ao fazer o dispositivo e como lidaram com essas dificuldades. Se alguma coisa correu mal, discutir por que aconteceu e como podemos consertá-lo.

2. Resumo de todas as lições

Perguntas de apoio:

- Como se constrói um eletro-íman?
- Um eletro-íman funciona como um íman?
- Quais são os parâmetros que influenciam a "força" de um eletro-íman?
- Qual é a expressão algébrica para determinar a intensidade do campo magnético produzido por um eletro-íman?

5 Anexo – Como usar os sensors com a Aplicação Arduino Journal App



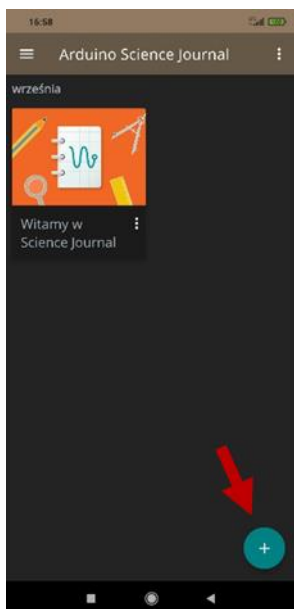
Arduino Science Journal

Um vídeo mostra como usar uma aplicação para efetuar medições:



<https://youtu.be/p2w2y6noE34>

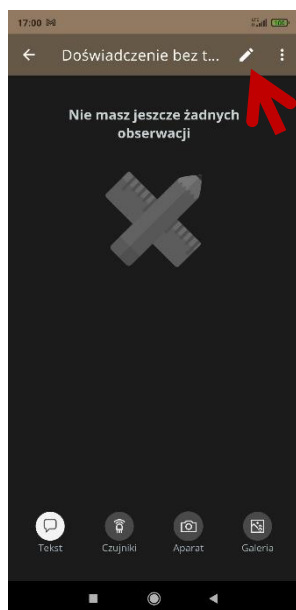
INSTALE A APLICAÇÃO



Depois de instalar a aplicação, vê-se uma janela. No princípio, vemos apenas o bloco "Welcome to Science Journal" onde podemos encontrar informações sobre a aplicação.

Para iniciar uma experiência, clique no botão no canto inferior direito com um sinal "+". De seguida, aparece uma janela onde pode ler e gravar dados.

JANELA DE EXPERIMENTAÇÃO



Na janela da experiência, podemos alterar o título, clicando no ícone da caneta no canto superior direito.

Uma janela aparecerá para atualizar o nome da experiência

Podemos então mudar o título e colar a foto/nome da experiência.

Depois de fazer alterações, clique em "v" no canto superior direito para as gravar

Na parte inferior da janela da experiência, há ícones que nos permitem inserir observações de diferente natureza:

Texto – na forma de uma nota de texto

Sensores – na forma de medições provenientes dos sensores incorporados no nosso telefone.

Câmera – na forma de uma imagem captada

Galeria – na forma de uma foto/ilustração selecionada na galeria de fotos do nosso telefone.

Medições com sensores

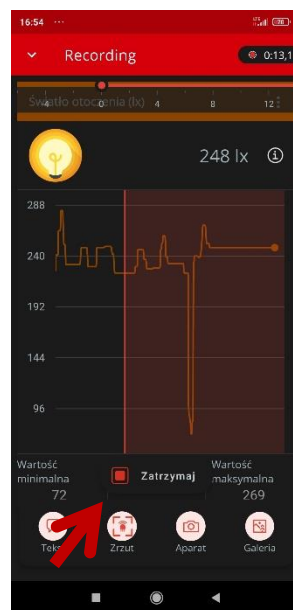
Quando seleciona o ícone dos sensores, na janela da experiência, aparece um registo dos dados lidos pelo sensor.

No menu superior, pode optar por diferentes sensores.

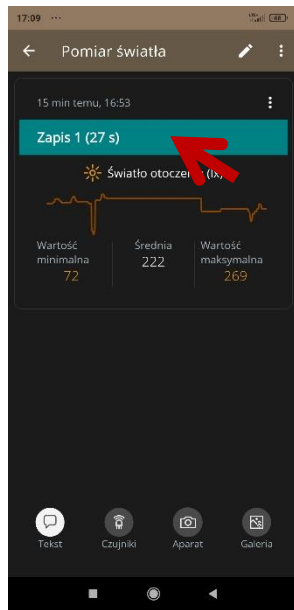
Pode observar/registar dados de vários sensores ao mesmo tempo. Para isso, adicione o botão "Adicionar sensor" que está localizado no canto inferior esquerdo..



Depois de seleccionar o sensor que pretende, os dados lidos aparecem num gráfico em tempo real. Para gravar os dados tem de dar indicações que são para gravar. Esta ação é acionada ao aparecer um ponto vermelho na parte inferior do gráfico.



Para interromper a gravação dos dados, selecione o quadrado vermelho na parte inferior do gráfico. Os dados foram gravados e estarão disponíveis na janela da experiência.



Para ver os dados gravados, procure o nome da sua experiência e selecione-a.

Podemos nomear as nossas medições, para isso selecionamos o ícone da caneta no canto superior direito.

Na nova janela, escreva o título dos dados gravados.

Para gravar os dados no formato *.csv, selecione os três pontos no canto superior direito e selecione "Download from the list" (ao baixar, selecione a opção "Relative time").

Também podemos visualizar os dados num gráfico da aplicação. Para isso, podemos mover o apontador para a linha do tempo e ler os pontos no gráfico.

Também podemos adicionar notas aos dados na forma de texto ou foto usando os ícones localizados na parte inferior.

IMPRESSÃO DO CARRO

Peças para imprimir:

3 x axle_car.stl

1 x car_axle.stl

1 x sub-set_phone.stl

2 x side frame.stl

4 x wheel.stl

1 x hitch_rubber.stl

Parâmetros para imprimir:

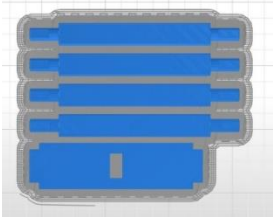
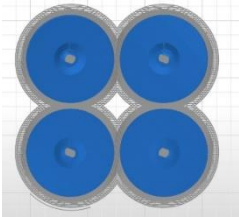

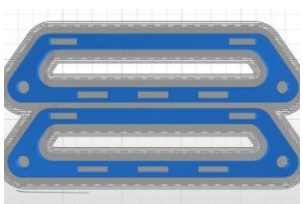




Material: qualquer

Raft: não é necessário

Suporte: não é necessário

Infill/Fill: 20 - 40 %

Layer da espessura: 0.19 - 0.29

			
REPORT  Estimated print time: 3h 3m Material usage: 14.54m (35g) Printer: Zortrax M200 Profile: Last settings Support type: Automatic Support: 20° Material: Z-ULTRAT Nozzle diameter: 0.4 mm Layer: 0.19 mm Quality: Normal Infill: 40%	REPORT  Estimated print time: 3h 57m Material usage: 22.48m (53g) Printer: Zortrax M200 Profile: Last settings Support type: Automatic Support: 20° Material: Z-ULTRAT Nozzle diameter: 0.4 mm Layer: 0.29 mm Quality: Normal Infill: 20%	REPORT  Estimated print time: 3h 35m Material usage: 20.91m (50g) Printer: Zortrax M200 Profile: Last settings Support type: Automatic Support: 20° Material: Z-ULTRAT Nozzle diameter: 0.4 mm Layer: 0.29 mm Quality: Normal Infill: 30%	REPORT  Estimated print time: 3h 27m Material usage: 18.43m (44g) Printer: Zortrax M200 Profile: Last settings Support type: Automatic Support: 20° Material: Z-ULTRAT Nozzle diameter: 0.4 mm Layer: 0.29 mm Quality: Normal Infill: 30%



**CENTRUM
NAUKI
KOPERNIK**



Technische Universität München

Todos os materiais estão acessíveis em:

<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-DE02-KA226-VET-008295>

The Hand-on Remote project was funded in the Erasmus+ KA226 Partnerships for Digital Education Readiness program (2020-1-DE02-KA226-VET-008295)

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

