



GOVERNO DE
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
E CIÊNCIA

METAS CURRICULARES DE FÍSICA

12.º ano

Versão para discussão pública
Novembro de 2013

Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias

Autores

Carlos Fiolhais, Isabel Festas, Helena Damião (coordenação)

Carlos Fiolhais (coordenação científica)

Carlos Portela

Graça Ventura

Rogério Nogueira

Índice

Introdução	2
Conteúdos.....	3
Metas Curriculares	5
• Mecânica.....	5
Cinemática e dinâmica da partícula a duas dimensões.....	5
Centro de massa e momento linear de sistemas de partículas	6
Fluidos	7
• Campos de forças	8
Campo gravítico	8
Campo elétrico.....	8
Ação de campos magnéticos sobre partículas com carga e correntes elétricas.....	9
• Física Moderna	10
Introdução à física quântica	10
Núcleos atômicos e radioatividade	10
Metas específicas das atividades laboratoriais.....	12
AL 1.1. Lançamento horizontal	12
AL 1.2. Atrito estático e cinético	12
AL 1.3. Colisões.....	12
AL 1.4. Coeficiente de viscosidade de um líquido	13
AL 2.1. Campo elétrico e superfícies equipotenciais	13
AL 2.2. Construção de um relógio logarítmico	13

Introdução

Este documento apresenta as metas curriculares da disciplina de Física, 12.º ano, do curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias, cujo atual Programa foi homologado em 2004. Segundo o Despacho n.º 15971/2012, as metas curriculares “identificam a aprendizagem essencial a realizar pelos alunos ... realçando o que dos programas deve ser objeto primordial de ensino”. Por isso este documento traduz o essencial da aprendizagem que os alunos devem alcançar nesta disciplina.

Os objetivos gerais estão pormenorizados por descritores, organizados por domínios e subdomínios de acordo com a seguinte estrutura

▪ **Domínio**

Subdomínio

Objetivo geral

1. Descritor
2. Descritor

As metas curriculares foram definidas a partir de uma seleção criteriosa de conteúdos do referido Programa, os quais foram organizados em domínios, que correspondem às unidades temáticas, e em subdomínios, que são subtemas dessas unidades. A seleção dos conteúdos, decorrente da diminuição da carga horária semanal da disciplina, teve em vista uma distribuição equilibrada de conteúdos pelas três unidades do Programa, a importância dos mesmos para o prosseguimento de estudos e a harmonização com o novo Programa de Física e Química A para os 10.º e 11.º anos. Fez-se também uma seleção de atividades laboratoriais (AL), tendo sido introduzida uma outra que constava, no essencial, do Programa do 11.º ano de Física e Química A, homologado em 2003.

A sequência de domínios, objetivos e descritores respeita a sequência dos conteúdos do Programa de 2004. As sugestões de operacionalização são as que constam desse mesmo Programa.

A terminologia usada neste documento tem por base o Sistema Internacional (SI), cujas condições e normas de utilização em Portugal constam do Decreto-Lei n.º 128/2010, de 3 de dezembro.

Apresenta-se uma tabela com os domínios e subdomínios:

Domínio	Subdomínios
Mecânica	Cinemática e dinâmica da partícula a duas dimensões
	Centro de massa e momento linear de sistema de partículas
	Fluidos
Campos de forças	Campo gravítico
	Campo elétrico
	Ação de campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes elétricas
Física Moderna	Introdução à física quântica
	Núcleos atómicos e radioatividade

Conteúdos

Domínio: Mecânica

Subdomínio: Cinemática e dinâmica da partícula a duas dimensões

- Cinemática da partícula em movimentos a duas dimensões:
 - posição, equações paramétricas do movimento e trajetória
 - deslocamento, velocidade média, velocidade, aceleração
 - aceleração tangencial, aceleração normal e raio de curvatura
 - Segunda Lei de Newton (referencial fixo e referencial ligado à partícula)
- Movimentos sob a ação de uma força resultante constante
 - Condições iniciais do movimento e tipos de trajetória
 - Equações paramétricas de movimentos sujeitos à ação de uma força resultante constante com direção diferente da velocidade inicial; projéteis
- Movimentos de corpos sujeitos a ligações
 - Forças aplicadas e forças de ligação
 - Forças de atrito entre sólidos: atrito estático e atrito cinético
 - Aplicações da Segunda Lei de Newton a corpos com ligações e considerações energéticas (movimentos retilíneos e circulares)
- AL 1.1.¹ – Lançamento horizontal
- AL 1.2. – Atrito estático e cinético

Subdomínio: Centro de massa e momento linear de sistema de partículas

- Sistemas de partículas e corpo rígido
- Posição, velocidade e aceleração do centro de massa
- Momento linear de uma partícula e de um sistema de partículas
- Lei Fundamental da Dinâmica para um Sistema de Partículas
- Lei de Conservação de Momento Linear
- Colisões elásticas, inelásticas e perfeitamente inelásticas
- AL 1.3. – Colisões

Subdomínio: Fluidos

- Fluidos, massa volúmica, densidade relativa, pressão e força de pressão
- Lei Fundamental da Hidrostática
- Lei de Pascal
- Impulsão e Lei de Arquimedes; equilíbrio de corpos flutuantes
- Movimento de corpos em fluidos; viscosidade
- AL 1.4. – Coeficiente de viscosidade de um líquido

¹ Esta Atividade Laboratorial corresponde, no essencial, à atividade “Salto para a piscina” que constava do Programa do 11.º ano de Física e Química A, homologado em 2003.

Domínio: Campos de forças

Subdomínio: Campo gravítico

- Leis de Kepler e Lei de Newton da Gravitação Universal
- Campo gravítico
- Energia potencial gravítica; conservação da energia no campo gravítico

Subdomínio: Campo elétrico

- Interações entre cargas e Lei de Coulomb
- Campo elétrico
- Condutor em equilíbrio eletrostático; campo elétrico no interior e à superfície de um condutor em equilíbrio eletrostático; efeito das pontas
- Potencial elétrico e superfícies equipotenciais; energia potencial elétrica
- Condensadores; descarga de um condensador num circuito *RC*
- AL 2.1. – Campo elétrico e superfícies equipotenciais
- AL 2.2. – Construção de um relógio logarítmico

Subdomínio: Ação de campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes elétricas

- Ação de campos magnéticos sobre cargas em movimento
- Ação simultânea de campos magnéticos e elétricos sobre cargas em movimento
- Espectrómetro de massa
- Ação de campos magnéticos sobre correntes elétricas

Domínio: Física Moderna

Subdomínio: Introdução à física quântica

- Emissão e absorção de radiação: Lei de Stefan-Boltzmann e deslocamento de Wien
- A quantização da energia segundo Planck
- Efeito fotoelétrico e teoria dos fótons de Einstein
- Dualidade onda-corpúsculo para a luz

Subdomínio: Núcleos atômicos e radioatividade

- Energia de ligação nuclear e estabilidade dos núcleos
- Processos de estabilização dos núcleos: decaimento radioativo
- Propriedades das emissões radioativas (alfa, beta e gama)
- Reações nucleares: fusão nuclear e cisão nuclear
- Lei do Decaimento Radioativo; período de decaimento (tempo de meia vida); atividade de uma amostra radioativa
- Fontes naturais e artificiais de radioatividade; aplicações, efeitos biológicos e detetores de radioatividade

Metas Curriculares**■ Mecânica****Cinemática e dinâmica da partícula a duas dimensões**

1. Descrever movimentos a duas dimensões utilizando grandezas cinemáticas; analisar movimentos de corpos sujeitos a ligações aplicando a Segunda Lei de Newton, expressa num sistema cartesiano fixo ou num sistema ligado à partícula, e por considerações energéticas.
 - 1.1 Identificar o referencial cartesiano conveniente para a descrição de movimentos retilíneos ou planares.
 - 1.2 Definir e representar geometricamente o vetor posição num referencial a duas dimensões.
 - 1.3 Obter as equações paramétricas de um movimento a duas dimensões conhecido o vetor posição em função do tempo.
 - 1.4 Interpretar o movimento a duas dimensões como a composição de movimentos a uma dimensão.
 - 1.5 Identificar movimentos uniformes e uniformemente variados a uma dimensão pela dependência temporal das equações paramétricas respetivamente em t e t^2 .
 - 1.6 Distinguir a trajetória de curvas em gráficos de coordenadas em função do tempo.
 - 1.7 Distinguir o vetor posição do vetor deslocamento e exprimi-los em coordenadas cartesianas e geometricamente.
 - 1.8 Interpretar a velocidade como a derivada temporal do vetor posição.
 - 1.9 Calcular velocidades e velocidades médias para movimentos a duas dimensões.
 - 1.10 Interpretar a aceleração como a derivada temporal do vetor velocidade.
 - 1.11 Calcular acelerações para movimentos a duas dimensões.
 - 1.12 Associar a componente tangencial da aceleração à variação do módulo da velocidade.
 - 1.13 Associar a componente normal da aceleração à variação da direção da velocidade.
 - 1.14 Decompor geometricamente o vetor aceleração nas suas componentes tangencial e normal.
 - 1.15 Calcular a aceleração tangencial e a aceleração normal e exprimir a aceleração em função dessas componentes num sistema de eixos associado à partícula.
 - 1.16 Associar a uma maior curvatura da trajetória, num dado ponto, um menor raio de curvatura nesse ponto.
 - 1.17 Identificar um movimento como uniforme, se a aceleração tangencial for nula, e uniformemente variado, se o valor da aceleração tangencial for constante.
 - 1.18 Associar movimentos sem aceleração normal a movimentos retilíneos e com aceleração normal a movimentos curvilíneos.
 - 1.19 Exprimir a Segunda Lei de Newton num sistema de eixos cartesiano fixo a partir da resultante de forças aplicadas numa partícula.
 - 1.20 Deduzir as equações paramétricas (em coordenadas cartesianas) de um movimento de uma partícula sujeito a uma força resultante constante a partir da Segunda Lei de Newton e das condições iniciais.
 - 1.21 Indicar que o movimento de uma partícula sujeita a uma força resultante constante com direção diferente da velocidade inicial pode ser decomposto num movimento

uniformemente variado na direção da força resultante e num movimento uniforme na direção perpendicular.

- 1.22 Determinar a equação da trajetória de uma partícula sujeita a uma força resultante constante com direção diferente da velocidade inicial a partir das equações paramétricas.
- 1.23 Identificar o movimento de um projétil como um caso particular de um movimento sob a ação de uma força constante quando a resistência do ar é desprezável.
- 1.24 Determinar características do movimento de um projétil a partir das suas equações paramétricas.
- 1.25 Distinguir forças aplicadas de forças de ligação e construir o diagrama das forças que atuam numa partícula, identificando estas forças.
- 1.26 Concluir que as forças de atrito entre sólidos tendem a opor-se à tendência de deslizamento entre as superfícies em contacto e distinguir atrito cinético de atrito estático.
- 1.27 Interpretar e aplicar as leis empíricas para as forças de atrito estático e cinético, indicando que, em geral, o coeficiente de atrito cinético é inferior ao estático.
- 1.28 Descrever a dinâmica de movimentos retilíneos de partículas sujeitas a ligações aplicando a Segunda Lei de Newton e usando considerações energéticas.
- 1.29 Descrever a dinâmica de movimentos circulares de partículas, através da Segunda Lei de Newton expressa num sistema de eixos associado à partícula.

Centro de massa e momento linear de sistemas de partículas

2. Descrever o movimento de um sistema de partículas através do centro de massa, caracterizando-o do ponto de vista cinemático e dinâmico, e interpretar situações do quotidiano com base nessas características.
 - 2.1 Identificar o limite de validade do modelo da partícula.
 - 2.2 Identificar sistemas de partículas que mantêm as suas posições relativas (corpos rígidos).
 - 2.3 Definir centro de massa de um sistema de partículas e localizá-lo em objetos com formas geométricas de elevada simetria.
 - 2.4 Determinar a localização do centro de massa de uma distribuição discreta de partículas e de placas homogêneas com formas geométricas simétricas ou de placas com forma que possa ser decomposta em formas simples.
 - 2.5 Caracterizar a velocidade e a aceleração do centro de massa conhecida a sua posição em função do tempo.
 - 2.6 Definir e calcular o momento linear de uma partícula e de um sistema de partículas.
 - 2.7 Relacionar a resultante das forças que atuam num sistema de partículas com a derivada temporal do momento linear do sistema (Segunda Lei de Newton para um sistema de partículas).
 - 2.8 Interpretar a diminuição da intensidade das forças envolvidas numa colisão quando é aumentado o tempo de duração da mesma (*airbags*, colchões nos saltos dos desportistas, etc.)
 - 2.9 Concluir, a partir da Segunda Lei da Dinâmica, que o momento linear de um sistema se mantém constante quando a resultante das forças nele aplicadas for nula (Lei da Conservação do Momento Linear) e explicar situações com base na Lei da Conservação do Momento Linear.

- 2.10 Classificar as colisões em elásticas, inelásticas e perfeitamente inelásticas, atendendo à variação da energia cinética na colisão.
- 2.11 Aplicar a Lei da Conservação do Momento Linear a colisões a uma dimensão.

Fluidos

3. Caracterizar fluidos em repouso com base na pressão, força de pressão e impulsão, explicando situações com base na Lei Fundamental da Hidrostática e na Lei de Arquimedes; reconhecer a existência de forças que se opõem ao movimento de um corpo num fluido e a sua dependência com a velocidade do corpo e as características do fluido e do corpo.
 - 3.1 Identificar e caracterizar fluidos.
 - 3.2 Interpretar e aplicar os conceitos de massa volúmica e densidade relativa, indicando que num fluido incompressível a massa volúmica é constante.
 - 3.3 Interpretar e aplicar o conceito de pressão, indicando a respetiva unidade SI e identificando outras unidades.
 - 3.4 Distinguir pressão de força de pressão, caracterizando a força de pressão exercida sobre uma superfície colocada no interior de um líquido em equilíbrio.
 - 3.5 Enunciar e interpretar a Lei Fundamental da Hidrostática, aplicando-a a situações do quotidiano.
 - 3.6 Identificar manómetros e barómetros como instrumentos para medir a pressão.
 - 3.7 Interpretar e aplicar a Lei de Pascal no funcionamento de uma prensa hidráulica.
 - 3.8 Interpretar e aplicar a Lei de Arquimedes, explicando a flutuação dos barcos e as manobras para fazer submergir ou emergir um submarino.
 - 3.9 Interpretar a dependência da força de resistência exercida por um fluido com a velocidade de um corpo que se desloca no seio dele.

■ Campos de forças**Campo gravítico**

1. Compreender as interações entre massas, descrevendo-as através da grandeza campo gravítico e de considerações energéticas; caracterizar o campo gravítico terrestre.
 - 1.1 Enunciar e interpretar as Leis de Kepler.
 - 1.2 Concluir, a partir da Terceira Lei de Kepler e da aplicação da Segunda Lei de Newton a um movimento circular, que a força de gravitação é proporcional ao inverso do quadrado da distância.
 - 1.3 Interpretar e aplicar a Lei de Newton da gravitação universal.
 - 1.4 Caracterizar, num ponto, o campo gravítico criado por uma massa pontual, indicando a respetiva unidade SI.
 - 1.5 Relacionar a força gravítica que atua sobre uma massa com o campo gravítico no ponto onde ela se encontra.
 - 1.6 Traçar as linhas do campo gravítico criado por uma massa pontual e interpretar o seu significado.
 - 1.7 Identificar a expressão do campo gravítico criado por uma massa pontual com a expressão do campo gravítico criado pela Terra para distâncias iguais ou superiores ao raio da Terra e concluir que o campo gravítico à superfície da Terra pode ser considerado uniforme.
 - 1.8 Aplicar a expressão da energia potencial gravítica a situações em que o campo gravítico não pode ser considerado uniforme.
 - 1.9 Obter a expressão da velocidade de escape a partir da conservação da energia mecânica e relacionar a existência ou não de atmosfera nos planetas com base no valor dessa velocidade.
 - 1.10 Aplicar a conservação da energia mecânica e a Segunda Lei de Newton ao movimento de satélites.

Campo elétrico

2. Compreender as interações entre cargas elétricas, descrevendo-as através do campo elétrico ou usando considerações energéticas, e caracterizar condutores em equilíbrio eletrostático; caracterizar um condensador e identificar aplicações.
 - 2.1 Enunciar e aplicar a Lei de Coulomb.
 - 2.2 Caracterizar o campo elétrico criado por uma carga pontual num ponto, indicando a respetiva unidade SI, e identificar a proporcionalidade inversa entre o seu módulo e o quadrado da distância à carga criadora e a proporcionalidade direta entre o seu módulo e o inverso do quadrado da distância à carga criadora.
 - 2.3 Caracterizar, num ponto, o campo elétrico criado por várias cargas pontuais.
 - 2.4 Relacionar a força elétrica que atua sobre uma carga com o campo elétrico no ponto onde ela se encontra.
 - 2.5 Identificar um campo elétrico uniforme e indicar o modo de o produzir.
 - 2.6 Associar o equilíbrio eletrostático à ausência de movimentos orientados de cargas.

- 2.7 Caracterizar a distribuição de cargas num condutor em equilíbrio eletrostático, o campo elétrico no interior e na superfície exterior do condutor, explicando a blindagem eletrostática da “gaiola de Faraday”.
- 2.8 Associar um campo elétrico mais intenso à superfície de um condutor em equilíbrio eletrostático a uma maior distribuição de carga por unidade de área, justificando o “efeito das pontas”, e interpretar o funcionamento dos para-raios.
- 2.9 Identificar as forças elétricas como conservativas.
- 2.10 Interpretar e aplicar a expressão da energia potencial elétrica de duas cargas pontuais.
- 2.11 Definir potencial elétrico num ponto, indicar a respectiva unidade SI e determinar potenciais criados por uma ou mais cargas pontuais.
- 2.12 Relacionar o trabalho realizado pela força elétrica entre dois pontos com a diferença de potencial entre esses pontos.
- 2.13 Definir superfícies equipotenciais e caracterizar a direção e o sentido do campo elétrico relativamente a essas superfícies.
- 2.14 Relacionar quantitativamente o campo elétrico e o potencial elétrico, no caso do campo uniforme.
- 2.15 Descrever movimentos de cargas elétricas num campo elétrico uniforme a partir de considerações cinemáticas e dinâmicas ou de considerações energéticas.
- 2.16 Associar um condensador a um dispositivo que armazena energia, indicando como se pode carregar o condensador.
- 2.17 Definir capacidade de um condensador, indicar a respetiva unidade SI e dar exemplos de aplicações dos condensadores.
- 2.18 Interpretar a curva característica de descarga de um circuito RC , relacionando o tempo de descarga com a constante de tempo.

Ação de campos magnéticos sobre partículas com carga e correntes elétricas

3. Caracterizar as forças exercidas por campos magnéticos sobre cargas elétricas em movimento e descrever o movimento dessas cargas, explicando o funcionamento de alguns dispositivos com base nelas; caracterizar as forças exercidas por campos magnéticos sobre correntes elétricas.
 - 3.1 Caracterizar a força magnética que atua sobre uma carga elétrica móvel num campo magnético uniforme.
 - 3.2 Justificar que a energia de uma partícula carregada não é alterada pela atuação da força magnética.
 - 3.3 Justificar os tipos de movimentos de uma carga móvel num campo magnético uniforme.
 - 3.4 Caracterizar a força que atua sobre uma carga móvel sob a ação conjunta de um campo elétrico uniforme e de um campo magnético uniforme.
 - 3.5 Interpretar o funcionamento do espectrómetro de massa.
 - 3.6 Caracterizar a força magnética que atua sobre uma corrente elétrica imersa num campo magnético uniforme.

■ Física Moderna**Introdução à física quântica**

1. Reconhecer a insuficiência das teorias clássicas na explicação da radiação do corpo negro e do efeito fotoelétrico e o papel desempenhado por Planck e Einstein, com a introdução da quantização da energia e a teoria dos fótons, na origem de um novo ramo da física – a física quântica.
 - 1.1 Indicar que todos os corpos emitem radiação, em consequência da agitação das suas partículas, e relacionar a potência total emitida por uma superfície com a respetiva área da superfície, a emissividade e a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann).
 - 1.2 Identificar um corpo negro como um emissor ideal, de emissividade igual a um.
 - 1.3 Interpretar o espectro da radiação térmica e o deslocamento do seu máximo para comprimentos de onda menores com o aumento de temperatura (Lei de Wien).
 - 1.4 Indicar que, no final do século XIX, a explicação do espectro de radiação térmica com base na teoria eletromagnética de Maxwell não concordava com os resultados experimentais, em particular na zona dos ultravioletas, o que ficou conhecido por «catástrofe do ultravioleta».
 - 1.5 Indicar que Planck resolveu a discordância entre a teoria eletromagnética e a emissão de radiação por um corpo negro postulando que essa emissão se faz por quantidades discretas de energia (*quanta*).
 - 1.6 Interpretar a relação de Planck.
 - 1.7 Identificar fenómenos que revelem a natureza ondulatória da luz.
 - 1.8 Indicar que a teoria ondulatória da luz se mostrou insuficiente na explicação de fenómenos em que a radiação interage com a matéria, como no efeito fotoelétrico.
 - 1.9 Descrever e interpretar o efeito fotoelétrico.
 - 1.10 Associar a teoria dos fótons de Einstein à natureza corpuscular da luz, que veio explicar o efeito fotoelétrico, tendo o fóton uma energia definida pela relação de Planck.
 - 1.11 Associar o comportamento corpuscular da luz ao efeito fotoelétrico e o comportamento ondulatório da luz a fenómenos de difração e interferência, concluindo que a dualidade onda-partícula é necessária para expor a natureza da luz.
 - 1.12 Identificar Planck e Einstein como os precursores de um novo ramo da física, a física quântica.

Núcleos atômicos e radioatividade

2. Reconhecer a existência de núcleos instáveis, caracterizar emissões radioativas e processos de fusão e cisão nuclear e interpretar quantitativamente decaimentos radioativos; reconhecer a importância da radioatividade na ciência, na tecnologia e na sociedade.
 - 2.1 Associar as forças de atração entre nucleões à força nuclear forte, indicando que esta é responsável pela estabilidade do núcleo atômico.

- 2.2 Associar, através da equivalência entre massa e energia, a energia de ligação do núcleo à diferença de energia entre os nucleões separados e associados para formar o núcleo.
- 2.3 Interpretar o gráfico da energia de ligação por nucleão com o número de massa.
- 2.4 Associar a instabilidade de certos núcleos, que se transformam espontaneamente, a decaimentos radioativos.
- 2.5 Associar a emissão de partículas alfa, beta ou de radiação gama a processos de decaimento radioativo e caracterizar essas emissões.
- 2.6 Aplicar a conservação da carga total e do número de nucleões numa reação nuclear.
- 2.7 Identificar alguns contributos históricos (de Becquerel, Pierre Curie e Marie Curie) na descoberta de elementos radioativos (urânio, polónio e rádio).
- 2.8 Interpretar os processos de fusão nuclear e de cisão nuclear, identificando exemplos.
- 2.9 Interpretar e aplicar a Lei do Decaimento Radioativo, definindo atividade de uma amostra radioativa e a respetiva unidade SI, assim como o período de decaimento (tempo de meia-vida).
- 2.10 Identificar, a partir de informação selecionada, fontes de radioatividade natural ou artificial, efeitos biológicos da radiação e detetores de radioatividade.

Metas específicas das atividades laboratoriais

AL 1.1. Lançamento horizontal

Objetivo geral: Obter, para um lançamento horizontal de uma certa altura, a relação entre o alcance do projétil e a sua velocidade inicial.

1. Medir o valor da velocidade de lançamento horizontal de um projétil e o seu alcance para uma altura de queda.
2. Elaborar um gráfico do alcance em função do valor da velocidade de lançamento e interpretar o significado físico do declive da reta de regressão.
3. Calcular um alcance para uma velocidade não medida diretamente, por interpolação ou extrapolação.
4. Concluir que, para uma certa altura inicial, o alcance é diretamente proporcional à velocidade de lançamento do projétil.
5. Avaliar o resultado experimental confrontando-o com previsões do modelo teórico.

AL 1.2. Atrito estático e cinético

Objetivo geral: Concluir que as forças de atrito entre sólidos dependem dos materiais das superfícies em contacto, mas não da área (aparente) dessas superfícies; obter os coeficientes de atrito estático e cinético de um par de superfícies em contacto.

1. Investigar a dependência da força de atrito estático com a área da superfície de contacto, para o mesmo corpo e material da superfície de apoio, concluindo que são independentes.
2. Concluir sobre a dependência da força de atrito estático dos materiais das superfícies em contacto, para o mesmo corpo e a mesma área das superfícies de contacto.
3. Determinar os coeficientes de atrito estático e cinético para um par de materiais.
4. Comparar os coeficientes de atrito estático e cinético para o mesmo par de materiais.
5. Avaliar os resultados experimentais confrontando-os com as leis do atrito.
6. Justificar por que é mais fácil manter um corpo em movimento do que retirá-lo do repouso.

AL 1.3. Colisões

Objetivo geral: Investigar a conservação do momento linear numa colisão a uma dimensão e determinar o coeficiente de restituição.

1. Medir massas e velocidades.
2. Determinar momentos lineares.
3. Avaliar a conservação do momento linear no sistema em colisão.
4. Confrontar os resultados experimentais com os previstos teoricamente concluindo se se pode considerar, ou não, que a resultante das forças exteriores é nula.
5. Elaborar e interpretar o gráfico da velocidade de afastamento, após a colisão de um carrinho com um alvo fixo, em função da velocidade de aproximação, antes da colisão, e determinar, por regressão linear, a equação da reta de ajuste.
6. Determinar o coeficiente de restituição a partir da equação da reta de ajuste do gráfico.

AL 1.4. Coeficiente de viscosidade de um líquido

Objetivo geral: Reconhecer que um corpo em movimento num líquido fica sujeito a forças de resistência que dependem da velocidade do corpo e da viscosidade do líquido; obter o coeficiente de viscosidade do líquido a partir da velocidade terminal de esferas.

1. Deduzir a expressão da velocidade terminal de uma esfera no seio de um fluido, dada a Lei de Stokes, identificando as forças que nela atuam.
2. Medir as massas volúmicas do fluido e do material das esferas.
3. Justificar a escolha da posição das marcas na proveta para determinação da velocidade terminal.
4. Determinar velocidades terminais.
5. Verificar qual é o raio mais adequado das esferas para se atingir mais rapidamente a velocidade terminal.
6. Justificar qual é o gráfico que descreve a relação linear entre a velocidade terminal e o raio das esferas e determinar, por regressão linear, a equação da reta de ajuste.
7. Determinar o valor do coeficiente de viscosidade.

AL 2.1. Campo elétrico e superfícies equipotenciais

Objetivo geral: Determinar o módulo de um campo elétrico uniforme e identificar as respetivas superfícies equipotenciais.

1. Medir o potencial num ponto em relação a outro tomado como referência.
2. Investigar a forma das superfícies equipotenciais.
3. Relacionar a direção do campo com as superfícies equipotenciais.
4. Verificar se a diferença de potencial entre duas superfícies equipotenciais é ou não independente da placa de referência utilizada para a medir.
5. Elaborar e interpretar o gráfico que traduz a variação do potencial com a distância à placa de referência.
6. Determinar o módulo do campo elétrico.

AL 2.2. Construção de um relógio logarítmico

Objetivo geral: Determinar a curva de descarga de um condensador num circuito RC, reconhecer que este processo pode servir para medir o tempo, e obter o valor da capacidade do condensador.

1. Realizar a experiência a partir de um procedimento, montando os circuitos necessários.
2. Determinar a resistência de um multímetro no modo de voltímetro.
3. Medir a tensão nos terminais do condensador em função do tempo.
4. Elaborar e interpretar o gráfico do logaritmo da tensão, correspondente à descarga do condensador, em função do tempo, e determinar a capacidade do condensador a partir da reta de ajuste aos pontos experimentais.
5. Determinar quanto tempo demora até que a diferença de potencial decresça para metade do valor inicial e para um quarto do valor inicial.
6. Justificar que a descarga de um condensador pode funcionar como um relógio logarítmico, reconhecendo-a como um processo de medição do tempo.