



GOVERNO DE
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
E CIÊNCIA

METAS CURRICULARES DE FÍSICA

12.º ano

Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias

Coordenadores

Carlos Fiolhais (coordenação científica)
Isabel Festas e Helena Damião (coordenação pedagógica)

Autores

Carlos Fiolhais (coordenação)
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 atrito 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 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 das aprendizagens 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 se organizaram em domínios, que correspondem às unidades temáticas, e em subdomínios, que são subtemas dessas unidades. A sequência de domínios, objetivos e descritores respeita a sequência dos conteúdos do Programa de 2004. Mantêm-se as indicações metodológicas desse mesmo Programa.

A referida 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 relevância dos mesmos para a ampliação de conhecimentos e para o prosseguimento de estudos. Foi ainda tida em conta a harmonização com o novo Programa de Física e Química A para os 10.º e 11.º anos. Fez-se uma seleção de atividades laboratoriais (AL), de realização obrigatória, tendo sido introduzida uma outra que constava, no essencial, do Programa do 11.º ano de Física e Química A, homologado em 2003.

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 sistemas 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 atômicos 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 e aceleração
 - componentes tangencial e normal da aceleração; 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 atrito cinético

Subdomínio: Centro de massa e momento linear de sistemas 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 do 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
- Espetrómetro 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 descrever movimentos a uma e a duas dimensões.
 - 1.2 Definir posição num referencial a duas dimensões e representar geometricamente esse vetor.
 - 1.3 Obter as equações paramétricas de um movimento a duas dimensões conhecida a 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 da posição em função do tempo.
 - 1.7 Distinguir posição de deslocamento, exprimi-los em coordenadas cartesianas e representá-los geometricamente.
 - 1.8 Interpretar a velocidade como a derivada temporal da posição.
 - 1.9 Calcular velocidades e velocidades médias para movimentos a duas dimensões.
 - 1.10 Interpretar a aceleração como a derivada temporal da 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 as componentes tangencial e normal da aceleração e exprimi-la 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 componente tangencial da aceleração for nula, e uniformemente variado, se o seu valor for constante.
 - 1.18 Explicar que a componente da aceleração normal apenas existe para 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, quando a resistência do ar é desprezável, como um caso particular de um movimento sob a ação de uma força constante.
- 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-as.
- 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 homogéneas 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 numa pequena região 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 respetiva 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 a diferença de potencial 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 os movimentos 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 numa região onde existem um campo elétrico uniforme e um campo magnético uniforme.
 - 3.5 Interpretar o funcionamento do espectrómetro de massa.
 - 3.6 Caracterizar a força magnética que atua sobre um fio retilíneo, percorrido por corrente elétrica contínua, 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 da 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, com a emissividade e com a quarta potência da sua temperatura absoluta (Lei de Stefan-Boltzmann).
 - 1.2 Identificar um corpo negro como um emissor ideal, cuja emissividade é igual a um.
 - 1.3 Interpretar o espetro 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 espetro de radiação térmica com base na teoria eletromagnética de Maxwell não concordava com os resultados experimentais, em particular na zona da luz ultravioleta, problema que ficou conhecido por «catástrofe do ultravioleta».
 - 1.5 Indicar que Planck resolveu a discordância entre a teoria eletromagnética e as experiências de radiação de 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 permitiu explicar o efeito fotoelétrico, sendo a energia do fóton definida pela relação de Planck.
 - 1.11 Associar 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 fissão 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 e indicar 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 em função do número de massa.

- 2.4 Associar a instabilidade de certos núcleos, que se transformam espontaneamente noutros, 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 (ou fissão) 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 as previsões do modelo teórico.

AL 1.2. Atrito estático e atrito 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 que a força de atrito estático depende 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 do sistema em colisão.
4. Confrontar os resultados experimentais com os previstos teoricamente concluindo se a resultante das forças exteriores é ou não 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 protocolo, montando os circuitos adequados.
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 os tempos decorridos até que a diferença de potencial decresça para metade e para um quarto do valor inicial.
6. Justificar que a descarga de um condensador funciona como um relógio logarítmico, reconhecendo-a como um processo de medição do tempo.