

## INFORMAÇÃO-PROVA DE EQUIVALÊNCIA À FREQUÊNCIA

*Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho*

**Disciplina:** Física

**Prova/Código:** Física / 315

**Ano de Escolaridade:** 12º Ano

**Duração da Prova:** componente teórica 90 minutos; componente prática 90 minutos + 30 minutos de tolerância.

### 1- OBJETO DE AVALIAÇÃO

As competências a avaliar são as que se operacionalizam nos objetivos integrados nas três unidades temáticas:

– Unidade 1: Mecânica

– Unidade 2: Eletricidade e Magnetismo

– Unidade 3: Física Moderna

que configuram o Programa de Física do 12.º ano de escolaridade (ver ponto 4.).

### 2- ESTRUTURA E CARACTERIZAÇÃO DA PROVA

A prova é uma **prova teórica com componente prática (TP)** cujo peso a atribuir, a cada uma das componentes, é de 70% para a componente teórica e 30% para a componente prática. A classificação da prova é expressa pela média ponderada e arredondada às unidades das classificações obtidas nas duas componentes.

A prova integra itens de tipologia diversificada, que pretendem avaliar competências nos diferentes domínios, de acordo com os objetivos de aprendizagem estabelecidos no Programa da disciplina.

Os itens da prova estruturam-se em torno de informações que podem ser fornecidas sob a forma de pequenos textos (descrição de situações/experiências em contextos reais, extratos de artigos de revistas científicas, de jornais, ou de outras fontes), figuras, gráficos ou tabelas.

A prova inclui itens de resposta fechada (escolha múltipla, associação ou correspondência, verdadeiro/falso, resposta curta e/ou completamento), itens de resposta restrita e itens de cálculo.

Os itens de resposta fechada pretendem avaliar o conhecimento e a compreensão de conceitos, bem como relações entre eles, e podem contemplar todos os conteúdos programáticos e envolver cálculos simples.

Os itens de resposta restrita pretendem avaliar competências de nível cognitivo mais elevado, como a aplicação do conhecimento de conceitos e de relações entre eles, a compreensão de relações entre conceitos em contextos reais e, ainda, a produção e comunicação de raciocínios aplicados a situações do quotidiano. Estes itens poderão envolver uma abordagem multitemática, destinada a avaliar a capacidade de visão integrada de vários conteúdos, e envolver a mobilização de conceitos nucleares do domínio da Física.

Nos itens de cálculo que envolvam a resolução de exercícios numéricos, o examinando deve explicitar, na sua resposta, todos os raciocínios e cálculos que tiver de efetuar.

**A componente prática** da prova é relativa a uma das dez atividades laboratoriais (A.L.) referidas como obrigatórias no Programa da disciplina de Física.

### 3. CRITÉRIOS GERAIS DE CLASSIFICAÇÃO DA PROVA ESCRITA

• Nos itens de **escolha múltipla**, é atribuída a cotação total à resposta correta. As respostas incorretas são classificadas com **zero pontos**.

Também deve ser atribuída a classificação de **zero pontos** aos itens em que o examinando apresente:

- Mais do que uma opção (ainda que incluindo a opção correta);
- O número do item e/ou a letra da alternativa escolhida ilegíveis.

• Nos itens de **ordenamento**, só é atribuída classificação se a sequência apresentada estiver integralmente correta.

• Nos itens de **verdadeiro / falso**, de **associação** e de **correspondência**, a classificação a atribuir tem em conta o nível de desempenho revelado na resposta.

• Nos itens de **resposta curta**, caso a resposta contenha elementos que excedam o solicitado, só são considerados para efeito de classificação os elementos que satisfaçam o que é pedido, segundo a ordem pela qual são apresentados na resposta.

Porém, se os elementos referidos revelarem contradição entre si, a classificação a atribuir é de **zero pontos**.

• Nos itens de **resposta restrita** em que é **solicitada a escrita de um texto**, os critérios de classificação estão organizados por níveis de desempenho, a que correspondem cotações fixas.

O enquadramento das respostas num determinado nível de desempenho contempla aspetos relativos aos conteúdos, à organização lógico-temática e à utilização de terminologia científica, cuja valorização deve ser feita de acordo com os descritores apresentados no quadro.

<b>Nível 3</b>	Composição coerente no plano lógico-temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item). Utilização de terminologia científica adequada e correta.
<b>Nível 2</b>	Composição coerente no plano lógico-temático (encadeamento lógico do discurso, de acordo com o solicitado no item). Utilização ocasional de terminologia científica não adequada e/ou com incorreções.
<b>Nível 1</b>	Composição com falhas no plano lógico-temático, ainda que com correta Utilização de terminologia científica.

• Nos itens de resposta aberta **que envolvam a resolução de exercícios numéricos**, os critérios de classificação estão organizados por níveis de desempenho, a que correspondem cotações fixas.

O enquadramento das respostas num determinado nível de desempenho contempla aspetos relativos à metodologia de resolução, à tipologia de erros cometidos e ao resultado final, cuja valorização deve ser feita de acordo com os descritores apresentados no quadro.

<b>Nível 5</b>	Metodologia de resolução correta. Resultado final correto. Ausência de erros.
<b>Nível 4</b>	Metodologia de resolução correta. Resultado final incorreto, resultante apenas de erros de tipo 1, qualquer que seja o seu número.
<b>Nível 3</b>	Metodologia de resolução correta. Resultado final incorreto, resultante de um único erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.
<b>Nível 2</b>	Metodologia de resolução correta. Resultado final incorreto, resultante de mais do que um erro de tipo 2, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.
<b>Nível 1</b>	Metodologia de resolução incompleta, isto é, apresentação de apenas uma das etapas de resolução consideradas como mínimas, qualquer que seja o número de erros de tipo 1.

Erros de tipo 1 – erros de cálculo numérico, transcrição incorreta dos dados, conversão incorreta de unidades ou ausência de unidades / unidades incorretas no resultado final.

Erros de tipo 2 – erros de cálculo analítico, erros na utilização de fórmulas, ausência de conversão de unidades (\*), e outros erros que não possam ser incluídos no tipo 1.

(\*) Qualquer que seja o número de conversões de unidades não efetuadas, contabilizar apenas como um erro de tipo 2.

Deve ser atribuída a classificação de **zero pontos** se a resposta apresentar:

- Metodologia de resolução incorreta – resultado incorreto;
- Metodologia de resolução incorreta – resultado correto;
- Metodologia de resolução ausente com apresentação de resultado final, mesmo que correto.
- Se a resolução de um item que envolva cálculos apresentar erro exclusivamente imputável à resolução numérica ocorrida num item anterior, não deve ser objeto de penalização.
- Os cenários de metodologia de resposta apresentados para alguns dos itens abertos podem não esgotar todas as possíveis hipóteses de resposta. Deve ser atribuído um nível de desempenho equivalente se, em alternativa, o examinando apresentar uma outra metodologia de resolução igualmente correta.
- As classificações a atribuir às respostas dos examinandos são expressas obrigatoriamente em números inteiros.

#### 4. COMPETÊNCIAS/ OBJETIVOS A AVALIAR NA COMPONENTE ESCRITA E NA COMPONENTE PRÁTICA E RESPECTIVAS COTAÇÕES (PONTOS)

Componente	Competências/ objetivos a avaliar	Cotações (pontos)
<b>Escrita</b>	<p><b>Unidade 1: Mecânica :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer movimentos uniformes e uniformemente variados a uma dimensão pela dependência temporal das equações paramétricas respetivamente <math>t</math> e <math>t^2</math>.</li> <li>• Decompor o vetor aceleração nas suas componentes tangencial e normal.</li> <li>• Calcular a aceleração tangencial e aceleração normal e exprimir a aceleração em função dessas componentes.</li> <li>• Construir o diagrama de forças que atuam num corpo e obter a respetiva resultante.</li> <li>• Exprimir a segunda lei de Newton num sistema de eixos cartesianos fixo.</li> <li>• Exprimir a segunda lei de Newton num sistema de eixos ligado à partícula através das componentes normal e tangencial.</li> <li>• Identificar as componentes tangencial e normal da aceleração e da força resultante em movimentos circulares.</li> <li>• Relacionar as grandezas características num movimento circular: velocidade, velocidade angular, período, frequência, aceleração angular, aceleração normal e centrípeta, força normal e centrípeta.</li> <li>• Analisar movimentos de corpos sujeitos a ligações do ponto de vista energético e através da segunda lei de Newton.</li> <li>• Determinar analiticamente o centro de massa de um sistema de partículas.</li> <li>• Caracterizar a aceleração e velocidade do centro de massa conhecida a sua posição em função do tempo.</li> <li>• Calcular o momento linear de uma partícula e de um sistema de partículas.</li> <li>• Relacionar a resultante das forças sobre um sistema de partículas com a derivada temporal de o momento linear do sistema.</li> <li>• Concluir que o momento linear de um sistema de partículas e mantém constante</li> </ul>	100

	<p>quando a resultante das forças externas for nula.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificar as colisões elásticas, inelásticas e perfeitamente inelásticas, atendendo à variação de energia cinética na colisão .</li> <li>• Interpretar e aplicar o coeficiente de restituição.</li> <li>• Interpretar e aplicar os conceitos de massa volúmica e densidade relativa.</li> <li>• Definir impulsão exercida sobre um corpo imerso num fluido.</li> <li>• Interpretar e aplicar a Lei de Arquimedes.</li> <li>• Identificar as condições de equilíbrio estático de um corpo flutuante.</li> </ul> <p><b>Unidade 2: Eletricidade e magnetismo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar e aplicar a expressão do campo elétrico criado por uma carga pontual.</li> <li>• Reconhecer que o campo elétrico num ponto resulta da contribuição das várias cargas presentes.</li> <li>• Determinar o campo elétrico resultante da contribuição de várias cargas pontuais.</li> <li>• Definir e aplicar a expressão do potencial elétrico criado por uma carga pontual.</li> <li>• Reconhecer que o potencial elétrico num ponto resulta da contribuição das várias cargas presentes.</li> <li>• Determinar o potencial elétrico resultante da contribuição de várias cargas pontuais.</li> <li>• Relacionar o trabalho realizado por forças do campo entre dois pontos quaisquer com a diferença de potencial entre esses pontos.</li> <li>• Reconhecer a ação de um campo magnético sobre cargas em movimento.</li> <li>• Caracterizar a força magnética que atua sobre uma carga elétrica móvel num campo magnético uniforme.</li> <li>• Concluir que a energia de uma partícula não é alterada pela atuação da força magnética.</li> <li>• Justificar os tipos de movimentos de uma carga elétrica móvel num campo magnético uniforme.</li> <li>• Reconhecer a ação combinada de um campo elétrico e magnético sobre uma carga elétrica móvel.</li> <li>• Caracterizar a força que atua sobre uma carga elétrica móvel sob ação conjunta de um campo elétrica uniforme e um campo magnética uniforme através da Lei de Lorentz</li> </ul> <p><b>Unidade 3: Física Moderna:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer que a forma da trajetória de um movimento depende do referencial de inércia onde é feita a sua descrição.</li> <li>• Interpretar a expressão da Transformação de Galileu .</li> <li>• Interpretar os postulados da relatividade restrita.</li> <li>• Reconhecer o carácter relativo da noção de simultaneidade para observadores ligados a referenciais que se movem com velocidades próximas da luz.</li> <li>• Reconhecer o efeito de dilatação temporal e aplicar a respetiva expressão.</li> <li>• Reconhecer o efeito de contração espacial e aplicar a respetiva expressão.</li> <li>• Interpretar a expressão que relaciona a massa e a energia.</li> <li>• Caracterizar qualitativamente a interação da radiação com a matéria no efeito fotoelétrico.</li> <li>• Explicar o efeito fotoelétrico com base na teoria dos fótons de Einstein.</li> <li>• Interpretar e aplicar a expressão do efeito fotoelétrico.</li> <li>• Interpretar os espetros atômicos com base na emissão e absorção de fótons e reconhecer a contribuição de Bohr nesta interpretação.</li> <li>• Indicar e interpretar a relação de De Broglie.</li> </ul>	<p>70</p> <p>30</p> <p>Total:200</p>
--	--	--------------------------------------

<b>Prática</b>	O examinando realizará uma das dez atividades práticas laboratoriais (A.L.) referidas como obrigatórias no Programa da disciplina de Física.	
	<b>Competências/ objetivos a avaliar:</b> -Identificar e cumprir regras de segurança no trabalho laboratorial <b>a)</b> -Manipular com correção materiais e equipamento necessários à execução do trabalho <b>a)</b> -Construir a montagem laboratorial necessária à execução do trabalho <b>a)</b>	60
	Após a execução examinando deverá elaborar, na folha de prova, o <b>relatório</b> da atividade, de onde conste: 1- Objetivo/finalidade do trabalho 2- Registo de medições/ observações efetuadas 3- Cálculo /tratamento dos dados recolhidos 4- Conclusão/ crítica dos resultados <b>A não execução da atividade prática implica cotação zero nos itens 2, 3 e 4 do relatório.</b>	140
		Total:200

**a)** A execução prática da atividade será objeto de avaliação, pelo Júri da Prova, tendo em conta os objetivos/competências assinalados, registando na grelha de observação as cotações atribuídas.

### 5.MATERIAL A UTILIZAR

O examinando apenas pode utilizar na prova, como material de escrita, caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

O examinando deve ainda ser portador de máquina de calcular gráfica.

Não é permitido o uso de lápis, de «esferográfica-lápis», nem de corretor.

### 6. INDICAÇÕES ESPECÍFICAS

A prova inclui um formulário, anexo a este documento.

## ANEXO

### FORMULÁRIO DO EXAME DE EQUIVALÊNCIA À FREQUÊNCIA

12º Ano

Física (315)

2013/2014

#### CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Massa da Terra	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Constante da Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Planck	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Carga elementar	$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Massa do electrão	$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do protão	$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
$K_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$K_0 = 9,00 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

#### FORMULÁRIO

- **2.ª Lei de Newton** .....  $\vec{F} = m \vec{a}$   
 $\vec{F}$  – resultante das forças que actuam num corpo de massa  $m$   
 $\vec{a}$  – aceleração do centro de massa do corpo
- **Módulo da força de atrito estático** .....  $F_a \leq \mu_e N$   
 $\mu_e$  – coeficiente de atrito estático  
 $N$  – módulo da força normal exercida sobre o corpo pela superfície em contacto
- **Lei de Hooke** .....  $F = -k x$   
 $F$  – valor da força elástica  
 $k$  – constante elástica da mola  
 $x$  – alongação
- **Velocidade do centro de massa de um sistema de  $n$  partículas** .....  $\vec{V}_{CM} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$   
 $m_i$  – massa da partícula  $i$   
 $\vec{v}_i$  – velocidade da partícula  $i$
- **Momento linear total de um sistema de partículas** .....  $\vec{P} = M \vec{V}_{CM}$   
 $M$  – massa total do sistema  
 $\vec{V}_{CM}$  – velocidade do centro de massa
- **Lei fundamental da dinâmica para um sistema de partículas** .....  $\vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt}$   
 $\vec{F}_{ext}$  – resultante das forças exteriores que actuam no sistema  
 $\vec{P}$  – momento linear total
- **Lei fundamental da hidrostática** .....  $p = p_0 + \rho g h$   
 $p, p_0$  – pressão em dois pontos no interior de um fluido em equilíbrio, cuja diferença de alturas é  $h$   
 $\rho$  – massa volúmica do fluido

- **Lei de Arquimedes** .....  $I = \rho Vg$   
 $I$  – impulsão  
 $\rho$  – massa volúmica do fluido  
 $V$  – volume de fluido deslocado
- **Equação de Bernoulli** .....  $p_A + \rho gh_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = p_B + \rho gh_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$   
 $p_A, p_B$  – pressão em dois pontos, A e B, no interior de um fluido, ao longo de uma mesma linha de corrente  
 $h_A, h_B$  – alturas dos pontos A e B  
 $v_A, v_B$  – módulos das velocidades do fluido nos pontos A e B  
 $\rho$  – massa volúmica do fluido
- **3.ª Lei de Kepler** .....  $\frac{R^3}{T^2} = \text{constante}$   
 $R$  – raio da órbita circular de um planeta  
 $T$  – período do movimento orbital desse planeta
- **Lei de Newton da Gravitação Universal** .....  $\vec{F}_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{e}_r$   
 $\vec{F}_g$  – força exercida na massa pontual  $m_2$  pela massa pontual  $m_1$   
 $r$  – distância entre as duas massas  
 $\vec{e}_r$  – vector unitário que aponta da massa  $m_2$  para a massa  $m_1$   
 $G$  – constante da gravitação universal
- **Lei de Coulomb** .....  $\vec{F}_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq'}{r^2} \vec{e}_r$   
 $\vec{F}_e$  – força exercida na carga eléctrica pontual  $q'$  pela carga eléctrica pontual  $q$   
 $r$  – distância entre as duas cargas colocadas no vácuo  
 $\vec{e}_r$  – vector unitário que aponta da carga  $q$  para a carga  $q'$   
 $\epsilon_0$  – permissividade eléctrica do vácuo
- **Lei de Joule** .....  $P = RI^2$   
 $P$  – potência dissipada num condutor de resistência,  $R$ , percorrido por uma corrente eléctrica de intensidade  $I$
- **Diferença de potencial nos terminais de um gerador**.....  $U = \epsilon - rI$   
 $\epsilon$  – força electromotriz do gerador  
 $r$  – resistência interna do gerador  
 $I$  – intensidade da corrente eléctrica fornecida pelo gerador
- **Diferença de potencial nos terminais de um receptor**.....  $U = \epsilon' + r'I$   
 $\epsilon'$  – força contra-electromotriz do receptor  
 $r'$  – resistência interna do receptor  
 $I$  – intensidade da corrente eléctrica no receptor
- **Lei de Ohm generalizada** .....  $\epsilon - \epsilon' = R_1 I$   
 $\epsilon$  – força electromotriz do gerador  
 $\epsilon'$  – força contra-electromotriz do receptor  
 $R_1$  – resistência total do circuito
- **Associação de duas resistências**  
– em série .....  $R_{eq} = R_1 + R_2$   
– em paralelo .....  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$   
 $R_{eq}$  – resistência equivalente à associação das resistências  $R_1$  e  $R_2$

- **Energia eléctrica armazenada num condensador** .....  $E = \frac{1}{2} C U^2$   
 $C$  – capacidade do condensador  
 $U$  – diferença de potencial entre as placas do condensador
- **Carga de um condensador num circuito RC**
  - condensador a carregar .....  $Q(t) = C\varepsilon \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$
  - condensador a descarregar .....  $Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$   
 $R$  – resistência eléctrica do circuito  
 $\varepsilon$  – força electromotriz do gerador  
 $t$  – tempo  
 $C$  – capacidade do condensador
- **Ação simultânea de campos eléctricos e magnéticos sobre cargas em movimento** .....  $\vec{F}_{em} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$   
 $\vec{F}_{em}$  – força electromagnética que actua numa carga eléctrica  $q$  que se desloca com velocidade  $\vec{v}$  num ponto onde existe um campo eléctrico  $\vec{E}$  e um campo magnético  $\vec{B}$
- **Transformação de Galileu**  

$$\begin{cases} x = x' + vt' \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{cases}$$
- **Relação entre massa e energia** .....  $\Delta E = \Delta m c^2$   
 $\Delta E$  – variação da energia associada à variação da massa  $m$
- **Dilatação relativista do tempo** .....  $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$   
 $\Delta t_0$  – intervalo de tempo próprio
- **Contração relativista do comprimento** .....  $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$   
 $L_0$  – comprimento próprio
- **Efeito fotoeléctrico** .....  $hf = W + E_{cin}$   
 $f$  – frequência da radiação incidente  
 $h$  – constante de Planck  
 $W$  – energia mínima para arrancar um electrão do metal  
 $E_{cin}$  – energia cinética máxima do electrão
- **Lei do decaimento radioactivo** .....  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$   
 $N(t)$  – número de partículas no instante  $t$   
 $N_0$  – número de partículas no instante  $t_0$   
 $\lambda$  – constante de decaimento
- **Equações do movimento com aceleração constante**  

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$
 $\vec{r}$  – vector posição;  $\vec{v}$  – velocidade;  $\vec{a}$  – aceleração;  $t$  – tempo