

---

**Prova de Equivalência à Frequência**

**Ensino Secundário**

**Cursos Científico-Humanísticos**

---

**Prova Prática de Física**

---

12.º Ano de Escolaridade

---

**Prova 315| 1.ª Fase**

**2020**

---

**Duração da Prova: 90 minutos + 30 minutos (tolerância)**

---

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

É permitida a utilização de régua, esquadro, transferidor e calculadora gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar aquilo que pretende que não seja classificado.

Para cada resposta, indique a numeração do grupo e do item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

As cotações dos itens encontram-se no final da prova.

---

### Tabela de Constantes

Módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra	$g_T = 9,8 \text{ m s}^{-2}$
Pressão atmosférica normal	$p_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$
Massa volúmica da água líquida	$\rho_{\text{água}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Massa da Terra	$m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Massa do eletrão	$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do protão	$m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa do neutrão	$m_n = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Unidade de massa atómica unificada	$1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de gravitação universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Módulo da velocidade da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Constante de Planck	$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Carga elementar	$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Permitividade elétrica do vácuo	$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$
Constante eletrostática do vácuo $\left(k_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)$	$k_0 = 9,00 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Constante de Wien	$B = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m K}$

## Formulário

### Cinemática

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n \quad v_x = v_{0x} + a_x t \quad v = \omega r$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad a_t = \frac{dv}{dt} \quad a_n = \frac{v^2}{r} \quad x = x_0 + v_x t \quad x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

### Dinâmica

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad F_{ae}^{m\acute{a}x} = \mu_e N \quad F_{ac} = \mu_c N$$

### Energia em movimentos

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad W = F d \cos \alpha \quad W = \Delta E_c \quad E_{pg} = m g h$$

$$E_{m\acute{o}v} = E_c + E_p \quad p = \frac{E}{v} \quad W_{\vec{v}} = -\Delta E_{m\acute{o}v}$$

### Sistemas de partículas

$$\vec{r}_{CM} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i \quad \vec{v}_{CM} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i \quad \vec{a}_{CM} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N m_i \vec{a}_i \quad \vec{F}_{ext} = \frac{\Delta \vec{p}_{sist}}{\Delta t}$$

$$\vec{p} = m \vec{v} \quad \vec{p}_{sist} = \vec{p}_{CM} = \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i \quad \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_{CM} = \frac{d\vec{p}_{sist}}{dt}$$

### Fluidos

$$\rho = \frac{m}{V} \quad p = \frac{F_{\perp}}{A} \quad p = p_0 + \rho_f g h \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad I = \rho_f V_i g \quad F_{resist} = 6\pi \eta r v_t$$

### Campo gravítico

$$\frac{r^3}{T^2} = k \quad F_g = G \frac{m_A m_B}{r^2} \quad \mathcal{G} = G \frac{M}{r^2} \quad E_{pg} = -G \frac{M m}{r}$$

### Campo elétrico

$$F_e = k \frac{|q| |Q|}{r^2} \quad \vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q} \quad E = k \frac{|Q|}{r^2} \quad W_{\vec{F}_e} = -\Delta E_{pe}$$

$$E_{pe} = k \frac{q Q}{r} \quad V = \frac{E_{pe}}{q} \quad V = k \frac{Q}{r} \quad E = \frac{U}{d}$$

$$C = \frac{Q}{U} \quad Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad I = I_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad \tau = RC$$

### Ação de campos magnéticos sobre cargas elétricas

$$\vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B} \quad \vec{F}_{em} = q\vec{E} + q \vec{v} \times \vec{B} \quad \vec{F}_m = I \vec{\ell} \times \vec{B} \quad I = \frac{Q}{\Delta t}$$

---

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta.

Nas respostas aos itens de resposta restrita que envolvam a realização de cálculos, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

Utilize unicamente valores numéricos das grandezas referidas na prova (no enunciado dos itens e na tabela de constantes).

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado dos itens.

---

### ATIVIDADE LABORATORIAL: COEFICIENTE DE VISCOSIDADE DE UM LÍQUIDO

Um dos objetivos desta atividade é determinar o coeficiente de viscosidade da glicerina.

#### QUESTÕES PRÉ LABORATORIAIS

Para determinar o coeficiente de viscosidade de um fluido, um grupo de alunos largou esferas de aço, de raios diferentes, sobre a superfície de um mesmo fluido e mediu os módulos das velocidades das esferas que considerou terminais.

1. No início desta atividade, o grupo de alunos mediu a temperatura do fluido.

Indique qual a razão para este procedimento.

2. As forças que atuam na esfera quando está totalmente imersa no fluido são

(A) o peso,  $\vec{P}$ , e a impulsão,  $\vec{I}$ .

(B) o peso,  $\vec{P}$ , a impulsão,  $\vec{I}$ , e a força de resistência,  $\vec{F}_{resist}$ .

(C) a impulsão,  $\vec{I}$ , e a força de resistência,  $\vec{F}_{resist}$ .

(D) o peso,  $\vec{P}$ , e a força de resistência,  $\vec{F}_{resist}$ .

3. O grupo de alunos colocou duas marcas no seu recipiente como referência para determinar os módulos das velocidades das esferas.

Qual das seguintes figuras mostra a decisão mais correta de colocar as marcas?



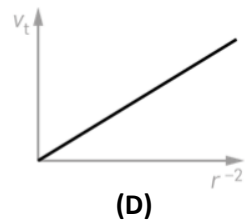
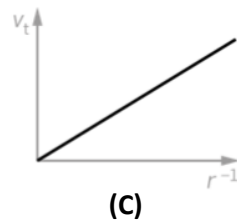
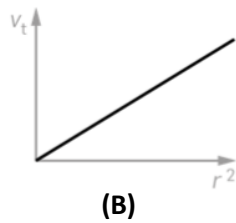
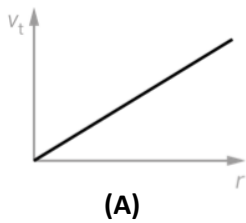
4. Antes de atingir a velocidade terminal, a aceleração das esferas

- (A) é nula.
- (B) mantém-se constante.
- (C) diminui ao longo do tempo.
- (D) aumenta ao longo do tempo.

5. Para uma esfera de raio  $r$ , a partir da Lei de Stokes para a força de resistência ao movimento,  $F_{resist} = 6\pi r\eta v$ , sendo  $\eta$  o coeficiente de viscosidade do fluido e  $v$  o módulo da velocidade da esfera,

mostraram que a velocidade terminal da esfera é dada pela expressão  $v_t = \frac{2(\rho_m - \rho_f)g}{9\eta} r^2$ , sendo  $\rho_m$  e  $\rho_f$  as massas volúmicas do metal (esfera) e do fluido, respetivamente.

O gráfico que corresponde à relação entre as grandezas indicadas é



## TRABALHO LABORATORIAL

1. Na tabela 1 estão alguns materiais/reagentes/instrumentos de laboratório utilizados nas atividades laboratoriais de Física.

Tabela 1

Proveta graduada de 500 mL	Parafina ( $860 \text{ kg m}^{-3}$ )	Balança digital	Esferas metálicas
Proveta graduada de 50 mL	Fita métrica	Voltímetro	Glicerina ( $1264 \text{ kg m}^{-3}$ )
Suporte Universal	Cronómetro digital	Craveira	Termómetro

Da lista apresentada na tabela 1, selecione os 8 materiais/reagentes/instrumentos essenciais para a realização desta atividade laboratorial.

2. O diâmetro das esferas é

- (A)  $(2,6 \pm 0,1) \text{ cm}$
- (B)  $(2,65 \pm 0,05) \text{ mm}$
- (C)  $(2,6 \pm 0,5) \text{ cm}$
- (D)  $(2,65 \pm 0,01) \text{ mm}$

3. Meça a massa de uma das esferas com o instrumento de medida mais indicado.

Apresente o valor da medição com a incerteza absoluta associada.

4. Efetue o seguinte procedimento experimental:

1. Copie a tabela 2 para a sua folha de resposta.

Tabela 2

Ensaio	Temperatura, $T/^\circ\text{C}$	Distância entre as marcas, $d/\text{cm}$	Intervalo de tempo, $\Delta t/\text{s}$	$\bar{\Delta t}/\text{s}$	Módulo da velocidade terminal, $v_t/\text{m s}^{-1}$
1					
2					
3					

- 2. Meça e registre a temperatura do fluido.
- 3. Com a caneta de acetato faça as duas marcas na proveta.
- 4. Abandone uma esfera, o mais próximo possível da superfície livre do fluido.
- 5. Registre o intervalo de tempo que a esfera demora a percorrer a distância entre as marcas.
- 6. Repita os pontos 4. e 5. deste procedimento experimental mais duas vezes (ou as vezes necessárias até ter três valores de intervalo de tempo aproximados).
- 7. Complete a tabela 2, apresentando todos os cálculos que efetuar.

## QUESTÕES PÓS LABORATORIAIS

A tabela 3 apresenta os valores coeficiente de viscosidade de alguns fluidos, a diferentes temperaturas.

Tabela 3

Substância	Temperatura / °C	Coeficiente de viscosidade / Pa. s
Água	10	$1,31 \times 10^{-3}$
Água	20	$1,00 \times 10^{-3}$
Sangue	37	$3,00 \times 10^{-3}$ a $4,00 \times 10^{-3}$
Parafina líquida	20	$1,10 \times 10^{-1}$ a $2,30 \times 10^{-1}$
Óleo lubrificante	30	$80 \times 10^{-3}$ a $200 \times 10^{-3}$
Glicerina	20	1,41
Glicerina	25	0,934
Glicerina	30	0,612

1. Determine o coeficiente de viscosidade do fluido, em unidades SI.  
Apresente todas as etapas de resolução.
2. Avalie a exatidão do resultado.  
Comece por determinar o erro percentual.  
Apresente todas as etapas de resolução.
3. Se as esferas tivessem sido deixadas cair na água, a sua velocidade terminal seria \_\_\_\_\_ uma vez que tem \_\_\_\_\_ viscosidade.  
(A) maior ... menor.  
(B) menor ... maior.  
(C) menor ... menor.  
(D) maior ... maior.

FIM

## COTAÇÕES

	Item					Cotação (em pontos)
	Cotação (em pontos)					
QUESTÕES PRÉ LABORATORIAIS	1.	2.	3.	4.	5.	
	10	10	10	10	10	50
TRABALHO LABORATORIAL						100
QUESTÕES PÓS LABORATORIAIS	1.	2.	3.			
	20	20	10			50
TOTAL						200