

# EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)  
Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos

Duração da prova: 120 minutos  
1999

2.ª FASE  
VERSÃO 1

## PROVA ESCRITA DE FÍSICA

---

### VERSÃO 1

- DEVE INDICAR CLARAMENTE NA SUA FOLHA DE RESPOSTAS A VERSÃO DA PROVA.
- A AUSÊNCIA DESTA INDICAÇÃO IMPLICARÁ A ANULAÇÃO DE TODO O GRUPO I.

V.S.F.F.

115.V1/1

---

Utilize para o módulo da aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

I

- As seis questões deste grupo são de escolha múltipla.
- Para cada uma das seis questões deste grupo são indicadas cinco hipóteses A, B, C, D e E, das quais só uma está correcta.
- Escreva, na sua folha de prova, a letra correspondente à hipótese que seleccionar como correcta para cada questão.
- Não apresente cálculos.

1. Na figura 1 está representada a trajectória de um projectil. Os vectores  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  e  $\vec{c}$  representam, em instantes diferentes, grandezas cinemáticas características do movimento do projectil. Considere desprezável o efeito da resistência do ar.

Podemos afirmar que o par de vectores que está correctamente identificado é:

- (A)  $\vec{a}$  componente horizontal da velocidade;  
 $\vec{b}$  componente vertical da velocidade.
- (B)  $\vec{b}$  aceleração;  
 $\vec{c}$  componente vertical da velocidade.
- (C)  $\vec{b}$  componente normal da aceleração;  
 $\vec{c}$  componente vertical da velocidade.
- (D)  $\vec{a}$  componente tangencial da aceleração;  
 $\vec{b}$  aceleração.
- (E)  $\vec{a}$  componente horizontal da velocidade;  
 $\vec{c}$  componente normal da aceleração.

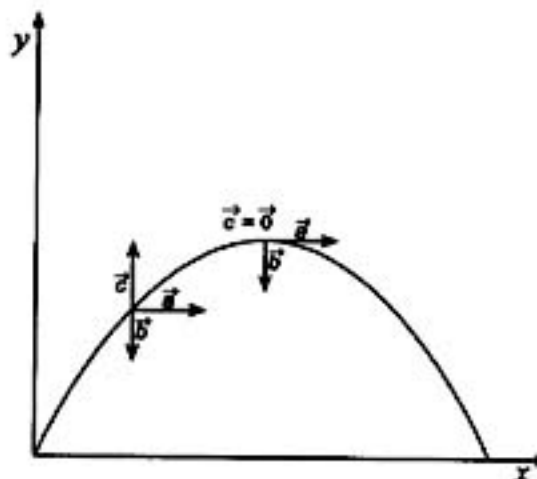


Fig. 1

2. Um pequeno corpo, ao ser abandonado num plano inclinado, desce ao longo da linha de maior declive desse plano, com velocidade constante.

Podemos afirmar:

- (A) A força de atrito é a única força que realiza trabalho.
- (B) A resultante das forças que actuam sobre o corpo tem o sentido descendente do plano.
- (C) A resultante das forças que actuam sobre o corpo realiza trabalho positivo.
- (D) A resultante das forças que o plano inclinado exerce sobre o corpo tem direcção perpendicular ao plano.
- (E) O peso do corpo realiza trabalho positivo.

3. Dois blocos **A** e **B**, de massas iguais, que se deslocam sem atrito numa superfície horizontal, colidem frontalmente (figura 2).

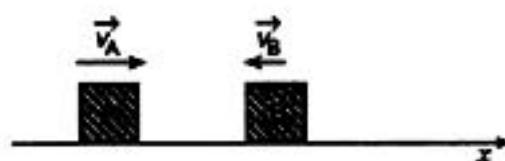


Fig. 2

Imediatamente antes da colisão, o módulo da velocidade de **A** é duplo do módulo da velocidade de **B**. Após a colisão, os blocos seguem juntos.

Nestas condições, podemos afirmar:

- (A) O momento linear de **A** após a colisão é simétrico do momento linear de **B** antes da colisão.
- (B) O módulo do momento linear do sistema diminui durante a colisão.
- (C) Os impulsos das forças de interação entre os corpos **A** e **B** são iguais, durante a colisão.
- (D) A variação do momento linear do corpo **A** é simétrica da variação do momento linear do corpo **B**, durante a colisão.
- (E) Após a colisão, o momento linear de **A** é igual ao momento linear de **B** e igual ao momento linear do centro de massa do sistema.

4. Na gola de uma roldana fixa enrolou-se um fio, na extremidade do qual se suspendeu um corpo **A** (figura 3). O corpo, quando abandonado, desce e a roldana roda em torno do eixo de rotação horizontal que intersecta o plano da figura no ponto **O**.

Despreze os efeitos da resistência do ar e do atrito no eixo da roldana. Admita que o fio não escorrega na gola da roldana.

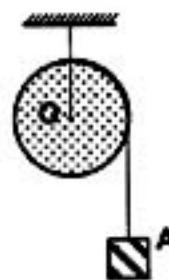


Fig. 3

Nestas condições, durante o movimento, ...

- (A) ... a força responsável pela aceleração da roldana tem módulo igual ao do peso do corpo **A**.
- (B) ... a resultante dos momentos das forças aplicadas na roldana, em relação ao ponto **O**, é nula.
- (C) ... a resultante dos momentos das forças aplicadas na roldana, em relação ao ponto **O**, mantém-se constante.
- (D) ... o momento angular da roldana, em relação ao ponto **O**, mantém-se constante.
- (E) ... o momento angular do sistema *roldana + corpo A*, em relação ao ponto **O**, mantém-se constante.

V.S.F.F.

115.V1/3

5. Duas cargas eléctricas pontuais,  $Q_1$  e  $Q_2$ , de igual módulo e sinais contrários, estão fixas nos vértices opostos de um quadrado (figura 4).

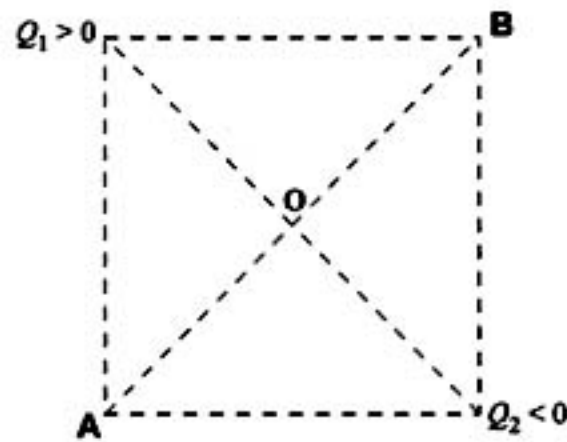
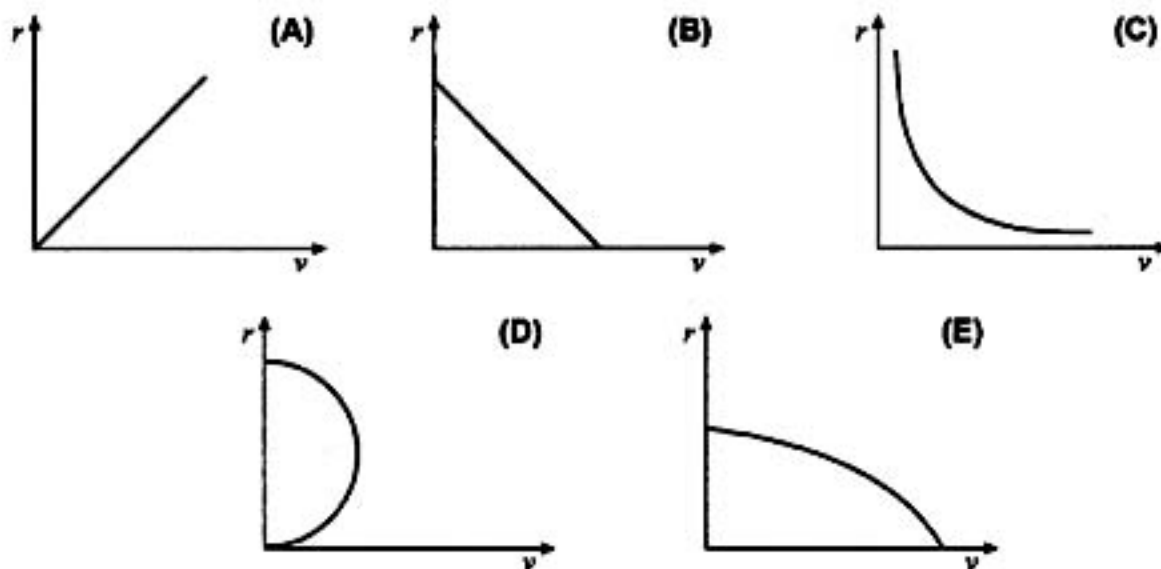


Fig. 4

Deste modo, podemos afirmar:

- (A) O valor do potencial eléctrico criado pelas duas cargas eléctricas no ponto A é negativo.
- (B) O valor do potencial eléctrico criado pelas duas cargas eléctricas é maior no ponto O do que no ponto B.
- (C) A energia potencial eléctrica do sistema formado pelas duas cargas eléctricas tem valor positivo.
- (D) A energia potencial eléctrica do sistema formado pelas duas cargas eléctricas aumenta se as cargas passarem a ocupar vértices consecutivos do quadrado.
- (E) A diagonal AB do quadrado representa uma porção de linha equipotencial do campo eléctrico criado pelas duas cargas eléctricas.
6. Partículas de massa  $m$  e carga eléctrica  $q$  penetram, numa dada direcção, com velocidades de módulos diferentes, numa região do espaço onde existe um campo magnético  $\vec{B}$  uniforme cuja direcção é perpendicular à da velocidade das partículas.
- O gráfico que traduz como varia o raio  $r$  da trajectória circular das partículas em função do respectivo módulo,  $v$ , da velocidade com que as partículas penetram nessa região é:



II

Apresente todos os cálculos que efectuar.

1. Um projectil de massa 40,0 g, no instante em que se move com energia cinética 36 J, colide com um bloco de massa 800,0 g, que se encontra em repouso sobre uma superfície horizontal, e fica incrustado nele. Considere desprezável o efeito do atrito entre o bloco e a superfície horizontal.
  - 1.1. Calcule, em  $\text{km h}^{-1}$ , o módulo da velocidade do projectil imediatamente antes da colisão.
  - 1.2. Calcule o módulo da velocidade do bloco imediatamente após o projectil ter ficado incrustado.
  - 1.3. Enuncie a Lei que aplicou para responder à questão 1.2.
  - 1.4. Admita que a partir da posição P (figura 5) não é possível desprezar o efeito do atrito, sendo o coeficiente de atrito cinético entre a superfície do bloco e a superfície horizontal 0,40. Se não resolveu 1.2., considere  $2,5 \text{ m s}^{-1}$  o módulo da velocidade.

Calcule:

- 1.4.1. A distância percorrida pelo sistema *bloco + projectil* desde a posição P até parar.
- 1.4.2. A variação de energia mecânica do sistema *bloco + projectil* desde que o projectil fica incrustado no bloco até que o sistema pára.

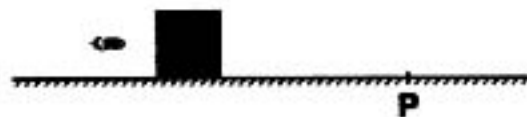


Fig. 5

- 2 A figura 6 representa, em esquema, um tubo em U contendo dois líquidos não miscíveis, água e um óleo X. A altura da coluna de óleo é 10,1 cm. O desnível entre as superfícies livres dos dois líquidos é 1,1 cm. ( $\rho_{\text{água}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ )

- 2.1. Calcule a massa volúmica do óleo X.
- 2.2. Um corpo homogéneo pesa 1,00 N no ar e 0,60 N quando está completamente imerso no óleo X.

Calcule:

- 2.2.1. A impulsão exercida pelo óleo X sobre o corpo.
- 2.2.2. A massa volúmica do material de que é feito o corpo.

Se não resolveu 2.1., considere  $8,0 \times 10^2 \text{ kg m}^{-3}$  a massa volúmica do óleo X.

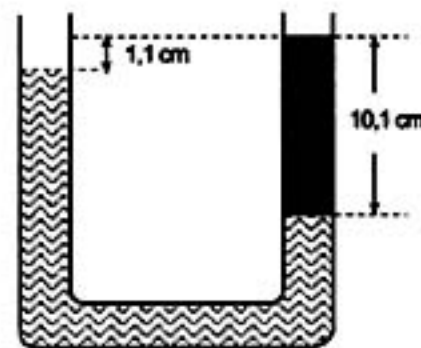


Fig. 6

V.S.F.F.

115.V1/5

3. Um satélite S descreve uma órbita circular à volta da Terra (figura 7).

$$M \text{ (massa da Terra)} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$d \text{ (distância entre os centros de massa do satélite e da Terra)} = 1,20 \times 10^7 \text{ m}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

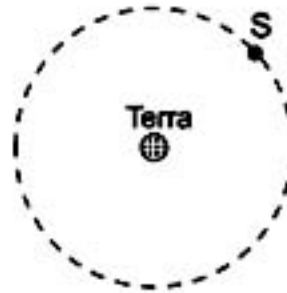


Fig. 7

- 3.1. Passe a figura 7 para a sua folha de prova e desenhe um vector que possa representar o campo gravítico criado pela Terra num ponto da órbita do satélite.
- 3.2. Calcule o módulo do campo gravítico criado pela Terra num ponto da órbita do satélite.
- 3.3. Estabeleça uma expressão que permita calcular o período do movimento do satélite, em função de  $G$ ,  $M$  e  $d$ .
- 3.4. Estabeleça a relação entre a energia cinética do satélite e a energia potencial do sistema *satélite + Terra*.

### III

Apresente todos os cálculos que efectuar.

Um grupo de alunos construiu um dispositivo que consiste num tubo de vidro estreito por onde passa um fio (figura 8). Numa das extremidades do fio suspenderam um corpo A, de massa  $m$ , e fixaram o outro extremo de modo a manter constante o comprimento  $\ell$  do fio.

Forçaram o corpo A a rodar num plano horizontal definido pela distância  $d$  ao ponto O.

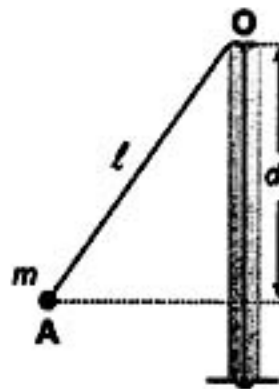


Fig. 8

- Os alunos mediram, com um cronómetro, o tempo que o corpo A demorava a efectuar 20 voltas. Os valores medidos, para uma distância  $d$ , encontram-se registados na tabela seguinte.

n.º de voltas	tempo/s
20	9,56
20	9,22
20	9,44

- Os alunos pretendiam conhecer o período do movimento. Apresente uma razão para terem medido o tempo de 20 voltas em vez de medirem directamente o tempo de uma volta.
- Com base nos dados da tabela, calcule o valor médio do período do movimento e a respectiva incerteza absoluta.

V.S.F.F.

115.V1/7



2. Os alunos realizaram diversos ensaios, alterando o valor de  $d$  e mantendo constante o comprimento do fio. Para cada ensaio mediram o tempo que o corpo A demorava a efectuar 20 voltas e construíram o gráfico representado na figura 9, onde  $T$  representa o período do movimento em cada ensaio e  $d$  a respectiva distância ao ponto O.

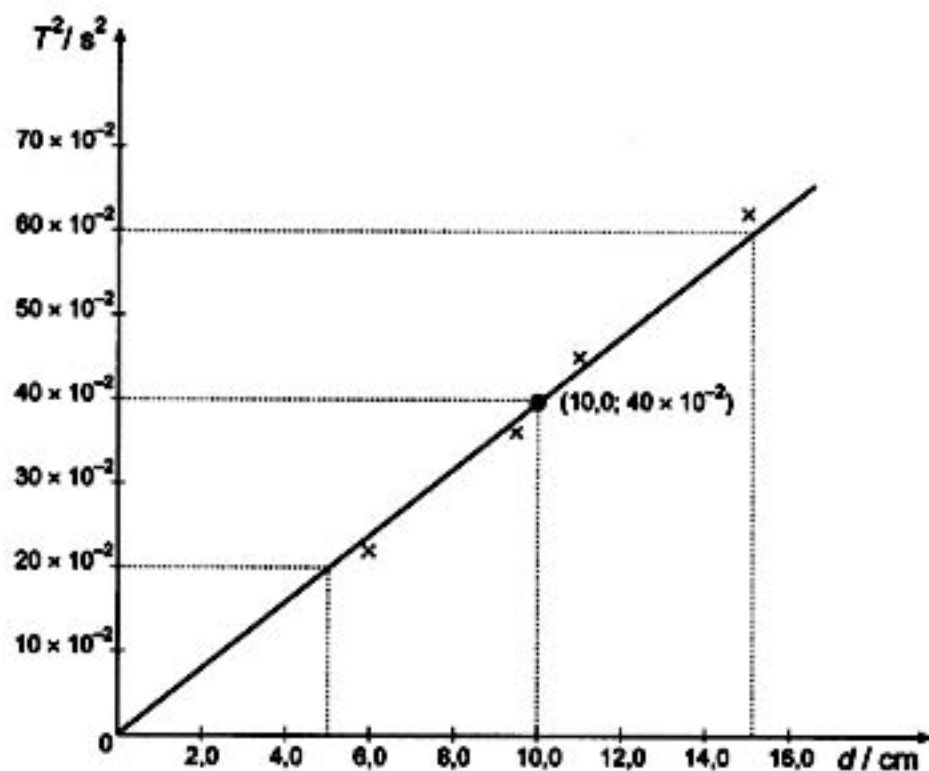


Fig. 9

- 2.1. Com base no gráfico, estabeleça a relação entre o quadrado do período do movimento,  $T^2$ , e a distância,  $d$ , do plano do movimento ao ponto O, exprimindo a constante de proporcionalidade no SI.
- 2.2. Calcule o módulo da velocidade angular do movimento do corpo A quando a distância  $d$  é 10,0 cm.

**FIM**



## COTAÇÕES

### I

1.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	10 pontos
6.	.....	10 pontos
		<hr/>
		60 pontos

### II

1.		
1.1.	.....	8 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	7 pontos
1.4.	.....	15 pontos
1.4.1.	..... 9 pontos	
1.4.2.	..... 6 pontos	
		<hr/>
		40 pontos
2.		
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	20 pontos
2.2.1.	..... 6 pontos	
2.2.2.	..... 14 pontos	
		<hr/>
		30 pontos
3.		
3.1.	.....	6 pontos
3.2.	.....	8 pontos
3.3.	.....	14 pontos
3.4.	.....	12 pontos
		<hr/>
		40 pontos
		<hr/>
		110 pontos

### III

1.		
1.1.	.....	6 pontos
1.2.	.....	7 pontos
		<hr/>
		13 pontos
2.		
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	7 pontos
		<hr/>
		17 pontos
		<hr/>
		30 pontos
		<hr/>
		200 pontos

**TOTAL** ..... 200 pontos

# EXAME NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

12.º Ano de Escolaridade (Decreto-Lei n.º 286/89, de 29 de Agosto)  
Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos

Duração da prova: 120 minutos  
1999

2.ª FASE

## PROVA ESCRITA DE FÍSICA

### COTAÇÕES

#### I

1.	.....	10 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....	10 pontos
5.	.....	10 pontos
6.	.....	10 pontos
		60 pontos

#### II

1.		
1.1.	.....	8 pontos
1.2.	.....	10 pontos
1.3.	.....	7 pontos
1.4.	.....	15 pontos
1.4.1.	.....	9 pontos
1.4.2.	.....	6 pontos
		40 pontos
2.		
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	20 pontos
2.2.1.	.....	6 pontos
2.2.2.	.....	14 pontos
		30 pontos
3.		
3.1.	.....	6 pontos
3.2.	.....	8 pontos
3.3.	.....	14 pontos
3.4.	.....	12 pontos
		40 pontos
		110 pontos

#### III

1.		
1.1.	.....	6 pontos
1.2.	.....	7 pontos
		13 pontos
2.		
2.1.	.....	10 pontos
2.2.	.....	7 pontos
		17 pontos
		30 pontos
<b>TOTAL</b> .....		<b>200 pontos</b>

V.S.F.F.  
115/C/1

## CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

### Critérios Gerais

- A sequência de resolução sugerida para cada item deve ser interpretada como uma das sequências possíveis. Deverá ser atribuída a mesma cotação se, em alternativa, for apresentada outra igualmente correcta.
- As cotações parcelares só deverão ser tomadas em consideração quando a resolução não estiver totalmente correcta.
- Se a resolução de um item apresentar erro exclusivamente imputável à resolução do item anterior, deverá atribuir-se, ao item em questão, a cotação integral.
- A ausência de unidades ou a indicação de unidades incorrectas, no resultado final, terá a penalização de um ponto.
- Os erros de cálculo terão, no máximo, a penalização de 10% da cotação total do item.

### Critérios Específicos

#### I

	VERSÃO 1	VERSÃO 2	
1.	..... B.....	B.....	10 pontos
2.	..... E.....	D.....	10 pontos
3.	..... D.....	A.....	10 pontos
4.	..... C.....	C.....	10 pontos
5.	..... E.....	E.....	10 pontos
6.	..... A.....	E.....	10 pontos
			<b>60 pontos</b>

Se o examinando seleccionar mais do que uma hipótese, atribuir a cotação zero.

#### II

<b>1. (40 pontos)</b>		
1.1.	.....	8 pontos
	Expressão da energia cinética .....	2 pontos
	Substituição e cálculo da velocidade em $\text{m s}^{-1}$ .....	3 pontos
	Cálculo da velocidade $v = 1,5 \times 10^2 \text{ km h}^{-1}$ .....	3 pontos
1.2.	.....	10 pontos
	$\vec{p}_i = \vec{p}_f$ .....	3 pontos
	$m v_p = (m + M)v_b$ .....	4 pontos
	Substituição e cálculo de $v_b = 2,0 \text{ m s}^{-1}$ .....	3 pontos
1.3.	Enunciado da Lei.....	7 pontos
1.4.	.....	15 pontos
	1.4.1. ....	9 pontos
	Cálculo da força de atrito .....	3 pontos
	Cálculo da aceleração .....	3 pontos
	Cálculo da distância percorrida até parar $s = 0,50 \text{ m}$ .....	3 pontos

**A transportar ..... 100 pontos**

Transporte ..... 100 pontos

1.4.2. .... 6 pontos

$\Delta E_{\text{mec}} = \Delta E_c + \Delta E_p$  ..... 2 pontos

$\Delta E_{\text{mec}} = \Delta E_c = -1,7 \text{ J}$  ..... 4 pontos

Se o examinando tiver usado em 1.4.1. o raciocínio de 1.4.2., atribuir a cotação total às duas questões.

2. (30 pontos)

2.1. .... 10 pontos

Escolha de dois pontos ao mesmo nível ..... 2 pontos

$\rho_a g h_a = \rho_o g h_o$  ..... 5 pontos

Substituição e cálculo de  $\rho_o = 8,9 \times 10^2 \text{ kg m}^{-3}$  ..... 3 pontos

2.2. .... 20 pontos

2.2.1.  $I = 0,40 \text{ N}$  ..... 4 pontos

2.2.2. .... 16 pontos

$I = \rho_l g V_c$  ..... 4 pontos

$P = mg$  e  $m = \rho_c V_c$  ..... 5 pontos

Substituição e cálculo de  $\rho_c = 2,2 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  ..... 7 pontos

3. (40 pontos)

3.1. .... 6 pontos

Direcção ..... 3 pontos

Sentido ..... 3 pontos

3.2. .... 8 pontos

$\mathcal{G} = G \frac{M}{d^2}$  ..... 4 pontos

$\mathcal{G} = 2,77 \text{ N kg}^{-1}$  ..... 4 pontos

3.3. .... 14 pontos

$F_g = m a_n$  ..... 3 pontos

Expressão de  $a_n$  em função de  $T$  ..... 4 pontos

Expressão de  $F_g$  ..... 3 pontos

Substituição e determinação de  $T = 2\pi d \sqrt{\frac{d}{GM}}$  ..... 4 pontos

A transportar ..... 158 pontos

V.S.F.F.

115/C/3

Transporte ..... 158 pontos

- 3.4. .... 12 pontos
- Expressão da energia cinética  $E_c$  ..... 3 pontos
  - Expressão da energia potencial  $E_p$  ..... 3 pontos
  - Relação  $E_p = -2E_c$  ..... 6 pontos

**III**

**1. (13 pontos)**

- 1.1. O período calculado através da medição do tempo de 20 voltas tem associada uma menor incerteza ..... 6 pontos
- 1.2.  $T = (0,47 \pm 0,01)$  s ..... (4 + 3) ..... 7 pontos
- Quer o examinando faça a média dos desvios, quer escolha o maior deles, deve ter cotação completa.

**2. (17 pontos)**

- 2.1.  $T^2 = 4,0$  d (SI) ..... 10 pontos
- Neste caso descontar 2 pontos se o examinando não tiver em conta as unidades.
- 2.2.  $\omega = 9,9$  rad  $s^{-1}$  (utilizando a relação obtida em 2.1.) ..... 7 pontos
- $\omega = 10,0$  rad  $s^{-1}$  (utilizando a relação  $\omega^2 = g/d$ )

**TOTAL** ..... 200 pontos