



N.º _____ NOME: _____

TURMA: _____

CLASSIFICAÇÃO

“Edificado numa pequena ilha do Tejo, entre Vila Nova da Barquinha e a Praia do Ribatejo, o Castelo de Almourol é, sem dúvida, uma das mais belas e originais fortalezas existentes em Portugal. Basta descer à margem do rio para avistá-lo em toda a sua grandiosidade. Nos meses de Primavera e Verão, há sempre um barqueiro para assegurar a passagem para a ilha em poucos minutos. Após o desembarque, uma pequena vereda conduz-nos à entrada principal.



As raízes históricas da edificação do Castelo de Almourol apontam para o século II Antes de Cristo. O castelo terá sido erguido no local de um primitivo castro lusitano conquistado pelos romanos durante a ocupação da Península Ibérica. Posteriormente, foi ocupado pelos Alanos, Visigodos e Mouros. A fortaleza de "Almorolan" (do árabe pedra alta) foi conquistada aos mouros no reinado de D. Afonso Henriques (1129) que a doou a Gualdim Pais, mestre da Ordem dos Templários, encarregue da defesa da zona do Tejo.

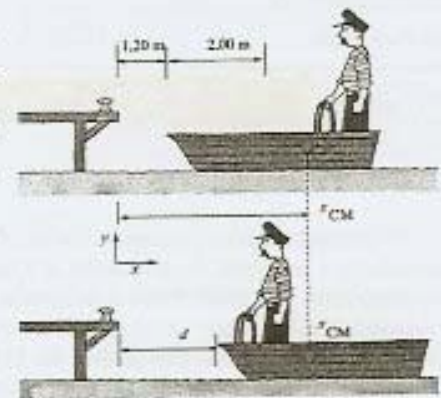
Entre 1160 e 1171, o Castelo de Almourol foi reedificado e terá sido várias vezes restaurado nos reinados seguintes. Esteve na posse dos Templários até 1311, num ponto vital de comunicação das províncias do Norte e do Alentejo com a capital, nomeadamente, no comércio de azeite, trigo, madeiras, carne de porco e frutas.

Apesar da irregularidade do maciço granítico que lhe ditou as formas, é um exemplo notável de arquitectura militar da Idade Média. Trata-se de um castelo de 310 metros de comprimento, 75 de largura e 18 metros de altura acima das rochas escarpadas, encontrando-se o terreiro da praça forte a 6 m acima da altura das margens, que obedece a uma planimetria quadrangular dividida internamente em dois recintos: um exterior e voltado a montante, com "porta de traição" e muralhas reforçadas por nove torres circulares, altas e esguias; no interior, numa zona mais elevada rodeada por panos de muralhas, ergue-se a torre de menagem de três pisos, da qual restam como elementos originais as sapatas onde assentava o vigaumento.”

in "<http://www.janelanaweb.com/viagens/almourol.html>"

Os emissários do castelo enviam um mensageiro ao Rei pedindo auxílio para quebrar o cerco. Este mensageiro vai num pequeno barco, durante a noite. Quando se encontra bem longe das tropas sitiadas, dirige-se para um molhe de acostagem.

1. O barco de 4,00 m de comprimento e 60,0 kg de massa, está em repouso à distância de 1,20 m do molhe. O soldado, disfarçado de pescador, com uma massa de 75,0 kg, encontra-se de pé, na popa do barco e desloca-se até à proa do barco. Quando pára, a que distância está o barco em relação ao molhe?



$$x_{CM}^i = \frac{(1,2 + 2,0) \cdot 60 + (1,2 + 4,0) \cdot 75}{60 + 75} = 4,3 \text{ m}$$

$$x_{CM}^f = \frac{(3,20 + x) \cdot 60 + (4,2 - 4,0 + x) \cdot 75}{60 + 75} = \frac{207 + 135x}{135}$$

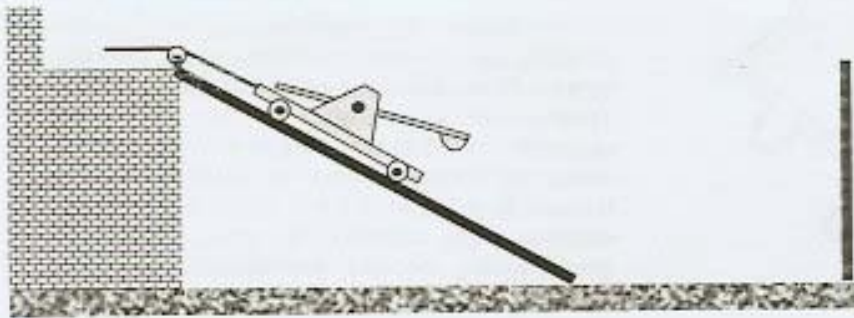
Como o CM não se desloca:

$$x_{CM}^i = x_{CM}^f$$

$$4,3 = \frac{207 + 135x}{135} \Leftrightarrow x = 2,8 \text{ m}$$

$$d = 1,20 + 2,8 = 4,0 \text{ m}$$

Entretanto, dentro do castelo, continuam os esforços de defesa. Para aumentar o alcance das catapultas, os defensores sobem-nas para a muralha. Durante este processo, um dos cabos rebenta e a catapulta precipita-se rampa abaixo.



O centro de massa da catapulta já se encontrava a uma altura de 3 m, em relação ao solo.

2. Qual a velocidade com que a mesma chega à base da rampa?

Há conservação da energia mecânica:

$$E_{mi} = E_{mf}$$

$$E_{pi} + E_{ci} = E_{pf} + E_{cf}$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \times 9,8 \times 3,0}$$

$$v_{base} = 7,74 \text{ m/s}$$

No percurso horizontal, a catapulta (com uma massa de 250 kg) perde 20% da velocidade, devido aos atritos. Embate contra o portão do castelo levando 0,10 segundos a parar.

3. Se o portão conseguir resistir a uma força equivalente a uma massa de 2000 kg, diga se este é derrubado com o embate da catapulta. (Se não resolver a questão 2. Considere $v_{base} = 9 \text{ m/s}$)

$$v_{portão} = 0,80 \times v_{base}$$

$$v_{portão} = 6,2 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t}$$

Após o choque com o portão, $v = 0$

$$F = \frac{250(0 - 6,2)}{0,10} = 15500 \text{ N}$$

Se quisermos ver o equivalente em massa, faremos:

$$m = \frac{15500}{10} = 1550 \text{ kg} < 2000 \text{ kg}$$

O portão não é derrubado

Uma das formas de verificar a força de lançamento das flechas dos arqueiros, era dispará-las contra um bloco de madeira, e medir a distância que este percorria, após o embate da flecha, até parar.

Uma flecha tem, em média, a massa de 40,0 g. O bloco utilizado para o teste de força tem a massa de 500 g. O coeficiente de atrito entre o bloco e o solo é apenas 0,3, uma vez que é colocado numa superfície de pedra lisa com areia. O bloco desloca-se 1,5 m até parar.



4. Qual a velocidade com que o bloco inicia o seu movimento?

$$\Delta x = 1,5 \text{ m}$$

A a provei da força de atrito.

$$F_a = \mu_c \cdot N \Leftrightarrow F_a = 0,3 \times (0,54 \times 10) = 1,62 \text{ N}$$

$$a = -3,0 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{cases} \Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ v = v_0 + a t \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1,5 = v_0 t + \frac{1}{2} (-3,0) t^2 \\ 0 = v_0 + (-3,0) t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1,5 = 3,0 \times t \times t - 1,5 t^2 \\ v_0 = 3,0 t \end{cases} \begin{cases} 1,5 = 1,5 t^2 \\ \text{---} \end{cases}$$

$$\begin{cases} t = 1,0 \text{ s} \\ \text{---} \end{cases}$$

O bloco desloca-se com uma velocidade

$$v_0 = 3,0 \text{ m/s}$$

$$\text{de } 3,0 \text{ m/s}$$

Admita que a flecha fica cravada no bloco.

5. Assim, o choque entre a flecha e o bloco foi:

- A Dissipativo
- B Inelástico
- C Elástico
- D Conservativo

Admitindo conservação do momento linear:

6. Qual a velocidade com que a flecha embate no bloco? (Se não resolveva a questão 4, considere que a velocidade após o embate da flecha era de 3,0 m/s e que o choque foi inelástico).

$$p_s^i = p_s^f$$

$$p_f + p_B = p_{f+B}$$

$$m_f \cdot v_f + m_B \cdot v_B = (m_f + m_B) v \quad (\Rightarrow) \quad 0,04 \times v_f = (0,04 + 0,5) \cdot 3,0 \quad (\Rightarrow) \quad v_f = 40,5 \text{ m/s}$$

Para empurrar a catapulta até à muralha, é necessário aplicar uma força igual ao peso útil do mecanismo. Uma forma alternativa de elevar a catapulta, era utilizar um mecanismo de Pascal. Para isso, a base onde a catapulta assenta teria que ter um raio de 2,5 m.

7. Utilizando água salgada, cuja densidade é 1.1, qual o diâmetro que teria que ter o tubo com a base, de modo a que a catapulta pudesse ser elevada pelo peso de dois homens ($m = 80,0 \text{ kg}$)?

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad F_1 = 250 \times 10 = 2500 \text{ N}$$

$$F_2 = (80 + 80) \times 10 = 1600 \text{ N}$$

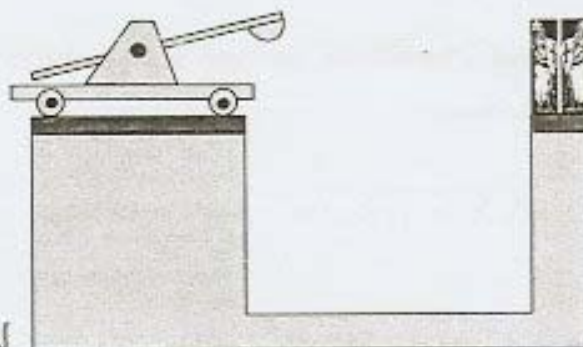
$$A_1 = \pi r^2 = \pi \times 2,5^2 = 19,6 \text{ cm}^2$$

$$\frac{2500}{19,6} = \frac{1600}{A_2}$$

$$A_2 = 12,5 \text{ cm}^2$$

$$r_2 = 2,0 \text{ m}$$

$$d = 4,0 \text{ m}$$



Em combate, o maior problema são os ferimentos com as flechas e com as massas das catapultas. Quando um homem é ferido num pé, atingido na artéria tibial, deve ser imediatamente deitado, de modo a reduzir a pressão de saída do sangue. Nesta posição, a pressão nesta artéria é aproximadamente igual à pressão na artéria aorta, que é de 120 mmHg. ($d = 1,06$)

8. A pressão na extremidade da artéria tibial quando o homem está em pé ($h = 1,30$ m), será de:

- A. 220 cmHg
- B. 2,22 mmHg
- C. $2,95 \times 10^4$ Pa
- D. 3000 Pa

Cálculos justificativos:

$$d_{\text{sangue}} = 1,06 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{760 \text{ mmHg}}{1,01 \times 10^5 \text{ Pa}} = \frac{120 \text{ mmHg}}{x}$$

$$x = 1,59 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$P = P_0 + \rho g h$$

$$= 1,59 \times 10^4 + 1,06 \times 10^3 \times 10 \times 1,30$$

$$= 2,97 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Num dos testes feitos com as flechas verificou-se que em vez de penetrar a madeira, a ponta da flecha dobrou. O armeiro enganou-se e utilizou chumbo para fazer as ponteiras, em vez do bronze, mais duro e eficaz. Para separar as ponteiras de bronze das de chumbo, é necessário utilizar o princípio de Arquimedes.

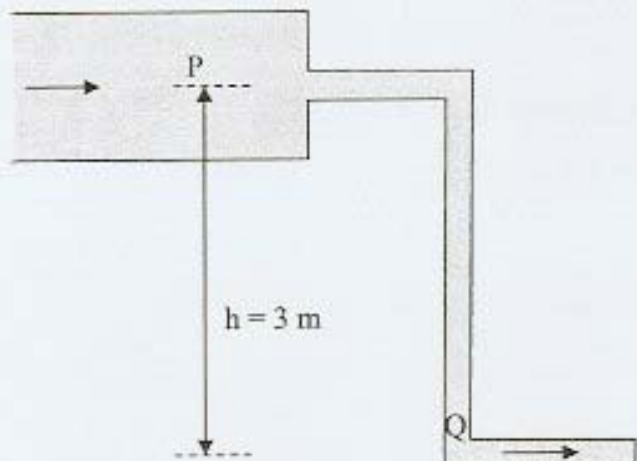
9. Descreva de que forma poderia verificar se uma flecha é feita de chumbo ou de bronze. Não se esqueça que está na idade média e portanto não havia balanças (muito menos electrónicas).

→ Peça de bronze com o mesmo volume da flecha

O volume era determinado pelo deslocamento de água num copo ou numa tigelha

→ colocou os dois pedaços nos braços de uma escala se ficou equilibrada, a ponta é de bronze.

O armeiro do castelo pensou numa forma de lançar o azeite quente, em caso de assalto, de modo a que este fosse lançado o mais afastado possível da muralha. O azeite encontra-se num recipiente com uma abertura lateral com 120 cm^2 de área. Num ponto P do tubo lateral ao depósito, o azeite passa com a velocidade de $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Neste ponto a pressão manométrica é de $0,35 \text{ atm}$. A secção do tubo em Q é de 40 cm^2 .



10. Nestas condições, qual a velocidade com que o azeite quente (densidade próxima da da água) sai na extremidade Q, e qual o alcance que o azeite atinge se solo exterior estiver 12 m abaixo do ponto de saída do líquido.

$$A_P v_P = A_Q v_Q$$

$$120 \times 0,50 = 40 \times v_Q$$

$$v_Q = 1,5 \text{ m/s}$$

$$h = 12 \text{ m}$$

$$12 = \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = 1,6 \text{ s}$$

$$x = v t$$

$$x = 1,5 \times 1,6 = 2,4 \text{ m}$$



Questão Cotação

1.	10
2.	10
3.	10
4.	10
5.	10
6.	10
7.	10
8.	10
9.	10
10.	10

TOTAL 100

