

Duração do Teste: 1h 30m

- (7.0) **1)** Uma estudante de LEE e um estudante de LEGI estavam a cumprir o programa *Erasmus* em Turim, quando lhes foi fornecida uma amostra de tecido retirado dum lençol de linho, supostamente fabricado antes de Cristo, para estimarem a data de fabrico. Mediram a actividade radioactiva dessa amostra como sendo 12.0 desintegrações por segundo, devido à presença de Carbono ^{14}C , um isótopo radioactivo do Carbono com uma vida média $\tau=8267$ anos. Para calibração mediram também a actividade de restos carbonizados dentro de uma ânfora ainda intacta e marcada com a data “Octavius Caesar Augustus, anno XXV” (25º ano do domínio de Octávio César Augusto, ou 6 a.C.), tendo obtido o valor de 10.6 desintegrações por segundo.
- (2.0) **a)** Determine a constante de decaimento do Carbono ^{14}C , e o período de semi-transformação (período ao fim do qual o número de núcleos radioactivos é reduzido a metade, ou período de semi-vida ou semi-desintegração).
- (2.0) **b)** Assumindo que os restos encontrados dentro da ânfora foram carbonizados no ano em que a ânfora foi fabricada, determine a actividade natural do ^{14}C nessa época.
- (2.0) **c)** Qual a data estimada de fabrico da amostra de linho que lhes foi fornecida?
- (1.0) **d)** Qual o número aproximado de núcleos de ^{14}C que estima ainda existirem na amostra de linho fornecida?
- (6.0) 2)** Um solar manuelino em Sintra tem um pequeno lago de jardim. O lago, cujas paredes estão cobertas de fungos escuros, é iluminado durante a noite por uma lâmpada colocada no fundo, que emite isotropicamente. Considere que a lâmpada é pontual. O índice de refacção da água é $n = 1.33$.
- (1.5) **a)** Se um dos raios de luz da lâmpada incidir na superfície da água segundo um ângulo de incidência de 10° , calcule o ângulo segundo o qual ele se propaga no ar.
- (1.5) **b)** A lâmpada emite luz amarela com comprimento de onda no ar de 589 nm. Qual o comprimento de onda da luz quando esta se propaga na água?

(1.5) **c)** Nessa noite observa-se que apesar de a lâmpada pontual emitir isotropicamente, quando olhamos para o lago apenas vemos um círculo luminoso com um raio de 40 cm. Qual a profundidade do lago? Justifique.

(1.5) **d)** Sobre o lago cai inadvertidamente um pouco de óleo de índice de refração $n = 1.474$ que vai formar uma fina camada de espessura d , à superfície. Observa-se agora que a intensidade do raio de luz no ar varia com o ângulo de observação e é mínima para um ângulo de incidência do raio de luz da lâmpada na superfície da água, de 10° . Qual é o valor mínimo para a espessura d da camada de óleo? Justifique.

Sugestão: Note que o raio de luz que sai da lâmpada para além da trajectória directa também chega ao observador depois de sofrer múltiplas reflexões no interior do filme de óleo. Faça um esquema e equacione a diferença de trajectória para o raio que sofre um par de reflexões a mais.

(7.0) **3)** Dois blocos cilíndricos estão num plano inclinado a 30 graus, conforme figura. O bloco A é um cilindro oco, homogêneo e de espessura desprezável, com massa $m = 0.1$ kg, e raio $r = 5$ cm. O bloco B é constituído por um cilindro exterior, idêntico ao bloco A, e por outro cilindro interior com o eixo comum (concêntrico) e solidário com o exterior, massivo e homogêneo com massa $m = 0.5$ kg, $r = 3$ cm. Se precisar saiba que os momentos de inércia de um anel e de um disco homogêneos de massa m e raio r , em torno de um eixo que passe pelos seus centros e perpendiculares aos planos do anel e do disco, têm respectivamente os valores $I_{\text{ANEL}} = mr^2$ e $I_{\text{DISCO}} = mr^2/2$.

(2.0) **a)** Se não houver qualquer tipo de atrito com o plano,

(1.0) **i)** determine a aceleração dos dois blocos;

(1.0) **ii)** o bloco B atinge o bloco A ? Se sim, qual a distância percorrida pelos blocos até ao embate? Se houver embate e o bloco B seguir com velocidade inicial igual a 3.572 m/s, qual a distância percorrida até ao embate seguinte?

(5.0) **b)** Considere atrito suficiente para impor sempre rolamento (rolar sem deslizar), em ambos os casos. Neste caso,

(2.0) **i)** determine a aceleração dos dois blocos;

(3.0) **ii)** o bloco B atinge o bloco A ? Se sim, qual a distância percorrida pelos blocos até ao embate? Se houver embate e o bloco B seguir com velocidade inicial igual a 3.572 m/s, qual a distância percorrida até ao embate seguinte?

