



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
REDE NORDESTE AEROESPACIAL - RNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AEROESPACIAL - PPGEA



## PROVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS (Prova Escrita – PE)

CANDIDATO(A) No: \_\_\_\_\_

### Instruções:

- Desligue seu celular e guarde-o;
- Na prova coloque apenas o número de identificação. **NÃO COLOQUE SEU NOME NA PROVA;**
- Cada candidato receberá um canhoto, com um número aleatório. Nesse canhoto, ao lado do número, você deverá colocar seu nome completo, dobrá-lo e colocá-lo em um envelope que será lacrado. Anote seu número de prova. As notas serão divulgadas por esse número. Só depois das notas divulgadas os membros da banca irão abrir o envelope e identificar os candidatos por nome.
- O(A) candidato(a) deverá portar apenas, lápis, borracha, caneta azul ou preta, documento de identificação com foto e o comprovante impresso de inscrição. Qualquer outro material, como bolsas ou mochilas, deverá ser deixado à frente da sala, junto ao membro da comissão que está aplicando a prova;
- O(A) candidato(a) poderá fazer rascunhos à lápis no verso desta folha de rosto mas deverá **entregar as respostas às questões À TINTA (azul ou preta)** nas folhas corretas correspondentes às respostas de cada questão;
- As questões são dissertativas, portanto, detalhe sua resposta. Nas questões numéricas não basta apenas a apresentação do resultado final. Espera-se ver todas as etapas da solução, que serão avaliadas e pontuadas;
- Entregue as respostas de forma limpa (sem rasuras), organizada e coerente;
- A prova é composta por 5 questões de igual valor (2,0 pontos cada);
- A **duração máxima** da prova será de **2 horas**;
- **É proibida a saída da sala antes dos primeiros 30 minutos de prova**

Boa Prova!



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
REDE NORDESTE AEROESPACIAL - RNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AEROESPACIAL - PPGEA



### QUESTÕES

(responda cada questão em sua própria folha, podendo utilizar frente e verso)

- 1) Quais são os níveis de ordenação dos átomos em um sólido e como diferem entre si?

São três os níveis de ordenação em um sólido diferindo entre si da seguinte forma:

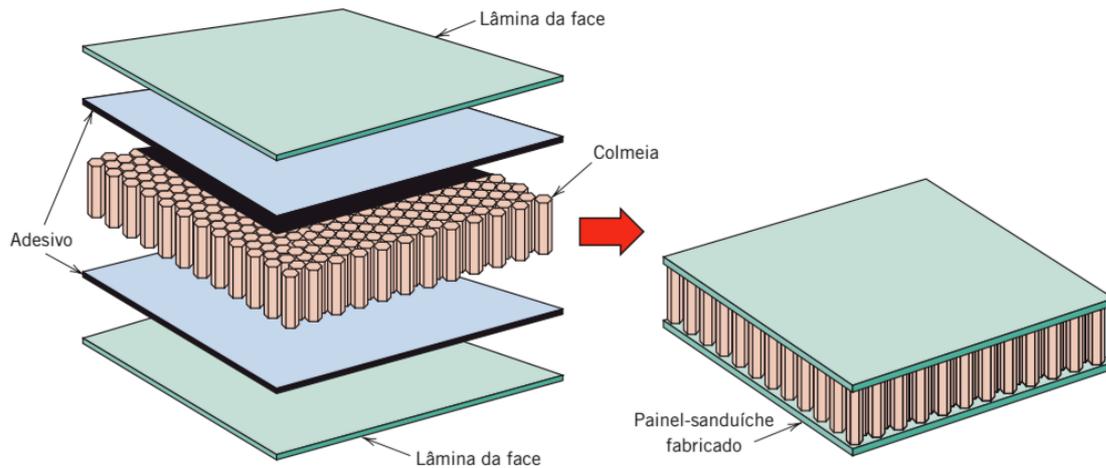
- *sem ordem*: não existe ordenamento preferencial, os átomos estão dispostos aleatoriamente no espaço.

- *ordem à pequenas distâncias (a curto alcance)*: o arranjo espacial atômico se estende a sua vizinhança mais próxima, não possuem arranjo espacial preferencial, ocupando aleatoriamente o espaço. Ex: Vidro, polímero amorfo

- *ordem à longas distâncias (a longo alcance)*: os átomos estão dispostos em uma ordem de longo alcance estendendo o arranjo ao longo de todo o material. Os átomos formam um retículo ou rede que se repete regularmente. Ex: material cristalino (metal, cerâmica)



2) Os painéis-sanduíche são considerados em uma ampla variedade de aplicações, incluindo telhados, pisos e paredes de prédios e nas indústrias aeroespacial e aeronáutica (i.e., para as asas, fuselagem e revestimentos da empenagem vertical do avião) (Callister). Um Diagrama esquemático mostrando a construção de um painel-sanduíche com núcleo de colmeia é apresentado abaixo:



Discorra sobre as funções que cada uma das partes de um painel sanduíche exerce.

### Resposta:

Os painéis-sanduíche, considerados como uma classe de compósitos estruturais, são projetados para serem vigas ou painéis de baixo peso, com rigidez e resistência relativamente elevadas. Um painel-sanduíche consiste em duas lâminas externas, ou faces, que estão separadas e unidas por adesivo a um núcleo mais espesso. As lâminas externas são feitas de um material relativamente rígido e resistente, tipicamente ligas de alumínio, plásticos reforçados com fibras, titânio, aço ou madeira compensada; elas conferem alta rigidez e resistência à estrutura e devem ser espessas o suficiente para resistir a tensões de tração e de compressão resultantes da aplicação de uma carga. O material do núcleo é leve e apresenta normalmente um baixo módulo de elasticidade. Estruturalmente, o núcleo serve a várias funções. Em primeiro lugar, ele proporciona um suporte contínuo para as faces. Além disso, deve apresentar resistência suficiente ao cisalhamento para suportar tensões de cisalhamento transversais e também ser espesso o suficiente para conferir uma alta rigidez ao cisalhamento (a fim de resistir à flambagem do painel). (As tensões de tração e de compressão sobre o núcleo são muito menores que sobre as faces.)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
REDE NORDESTE AEROESPACIAL - RNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AEROESPACIAL - PPGEA**



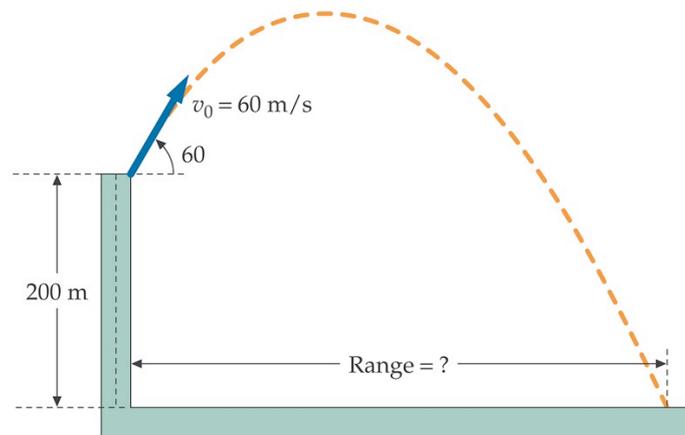
- 2) Durante os últimos anos, o advento dos circuitos microeletrônicos, em que milhões de componentes e circuitos eletrônicos são incorporados em um espaço muito pequeno, revolucionou o campo da eletrônica. Essa revolução foi precipitada, em parte, pela tecnologia aeroespacial, que precisava de computadores e dispositivos eletrônicos pequenos e com baixa demanda de energia. Cite, no mínimo, três circuitos microeletrônicos que foram essenciais para esse desenvolvimento da tecnologia aeroespacial:

**Resposta:**

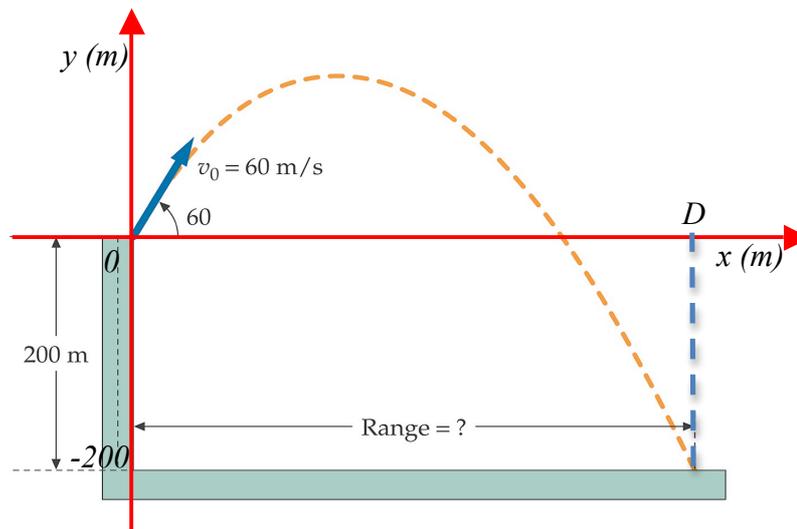
- Microprocessadores (chips),
- MOSFET (metal-oxide-semiconductor field effect transistor)
- Transistores
- Junção retificadora ou retificador ou diodo
- Sistemas microeletromecânicos (MEMS)



4) Um foguete é disparado do topo de uma colina de 200 m de altura, sobre um vale plano (ver figura). Sua velocidade inicial é de 60 m/s e o seu ângulo zenital de disparo (ângulo vertical medido em relação ao zênite) é de  $30^\circ$  (o que equivale dizer que seu ângulo complementar, acima do plano horizontal é de  $60^\circ$ , no instante do lançamento). Calcule o alcance horizontal (range) do foguete, ou seja, a distância horizontal, em relação ao ponto de lançamento, em que o foguete atinge o vale. Considere a aceleração da gravidade terrestre igual a  $9,8 \text{ m/s}^2$ , apontando verticalmente para baixo em relação ao plano horizontal e despreze os efeitos da resistência do ar em seus cálculos. Considere ainda que no instante do disparo a velocidade inicial,  $v_0$ , é o valor fornecido de 60 m/s já após a completa queima do combustível, ou seja, após o lançamento com  $v_0$ , o foguete está sujeito APENAS à ação da gravidade terrestre.



Resposta:



Temos que no instante do disparo o ângulo de arremesso  $\theta_0$  vale  $60^\circ$  e a velocidade inicial,  $v_0$ , vale 60 m/s.



Colocando o sistema bidimensional de eixos no ponto do disparo, temos que a posição inicial é  $x_0 = y_0 = 0 \text{ m}$ .

Para encontrar o *range* horizontal (distância  $D$ ) temos que decompor o movimento em suas componentes vertical (MUV) e horizontal (MU):

Em  $x$  (MU):

$$x = x_0 + v_{0x}t$$

$$x = 0 + 30t$$

$$x = 30t \quad (\text{equação 1})$$

Em  $y$  (MUV):

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y = 0 + \frac{\sqrt{3}}{2}60t - \frac{1}{2}9,8t^2$$

$$y = 30\sqrt{3}t - 4,9t^2 \quad (\text{equação 2})$$

No ponto de impacto  $x = D$  e  $y = -200 \text{ m}$ . Inserindo a segunda condição na equação 2, obtemos:

$$-200 = 30\sqrt{3}t - 4,9t^2 \Rightarrow 4,9t^2 - 30\sqrt{3}t - 200 = 0$$

De onde sai que:

$$\Delta = (-30\sqrt{3})^2 - 4,4,9.(-200) = 900,3 + 3920 = 6620$$

$$t = \frac{30\sqrt{3} \pm \sqrt{6620}}{9,8} \quad \text{Descartamos o valor negativo por não ter sentido físico.}$$

Assim o instante do impacto será:

$$t = \frac{30\sqrt{3} + \sqrt{6620}}{9,8}$$

E para obter o *range*, basta lançarmos esse instante na equação (1):

$$D = 30.t = 30 \cdot \left( \frac{30\sqrt{3} + \sqrt{6620}}{9,8} \right) \approx 30,13,6 = 408 \text{ m}$$

Que é o *range* horizontal do disparo.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
REDE NORDESTE AEROESPACIAL - RNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AEROESPACIAL - PPGEA**



O candidato não precisa chegar no valor exato. Basta indicar a conta com as raízes.

Espera-se sim que o candidato saiba que  $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$  e que  $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$ .

A velocidade inicial  $v_0$  foi decomposta em suas duas componentes:

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta_0$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta_0$$



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
REDE NORDESTE AEROESPACIAL - RNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AEROESPACIAL - PPGEA



5) Encontre/Calcule:

(a) [1,0 ponto] A derivada primeira da função  $f(x) = \cos(2x) \cdot \exp(-x^2)$ , em relação à variável  $x$ ;

(b) [1,0 ponto] A integral definida  $\int_0^1 (x^2 + \sqrt{x}) dx$ .

**Resposta:**

(a) Temos a derivada de um produto, portanto:

$$\frac{d}{dx} f(x) = -\sin(2x) \cdot (2) \cdot e^{-x^2} + \cos(2x) \cdot (-2x) \cdot e^{-x^2}$$
$$\frac{d}{dx} f(x) = -2e^{-x^2} [\sin(2x) + x \cdot \cos(2x)]$$

$$(b) \int_0^1 x^2 dx + \int_0^1 \sqrt{x} dx$$
$$= \left( \frac{x^3}{3} \right) \Big|_0^1 + \left( \frac{x^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} \right) \Big|_0^1$$
$$= \frac{1}{3} + \frac{2}{3}$$
$$= 1$$