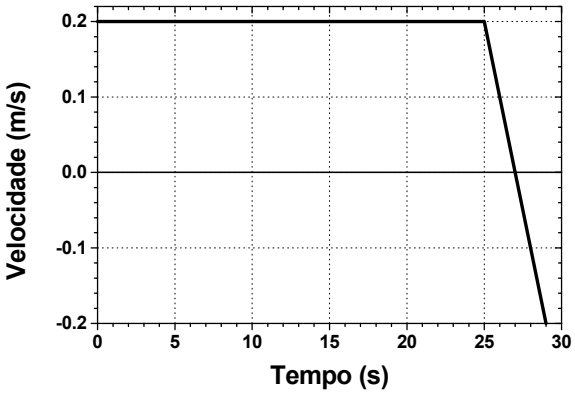
FÍSICA

ATENÇÃO: Escreva a resolução COMPLETA de cada questão no espaço reservado para a mesma. Não basta escrever apenas o resultado final: é necessário mostrar os cálculos ou o raciocínio utilizado.

Utilize g = 10 m/s^2 sempre que necessário na resolução dos problemas.

1.



O gráfico acima, em função do tempo, descreve a velocidade de um carro sendo rebocado por um guincho na subida de uma rampa. Após 25 s de operação, o cabo de aço do guincho rompe-se e o carro desce rampa abaixo.

a) Qual a velocidade constante com que o carro é puxado, antes de se romper o cabo de aço?
b) Qual é a aceleração depois do rompimento do cabo de aço?
c) Que distância o carro percorreu na rampa até o momento em que o cabo se rompeu?

2. Até os experimentos de Galileu Galilei, pensava-se que quando um projétil era arremessado, o seu movimento devia-se ao *impetus*, o qual mantinha o projétil em linha reta e com velocidade constante. Quando o *impetus* acabasse, o projétil cairia verticalmente até atingir o chão. Galileu demonstrou que a noção de *impetus* era equivocada. Consideremos que um canhão dispara projéteis com uma velocidade inicial de 100 m/s, fazendo um ângulo de 30º com a horizontal. Dois artilheiros calcularam a trajetória de um projétil: um deles, Simplício, utilizou a noção de *impetus*, o outro, Salviati, as idéias de Galileu. Os dois artilheiros concordavam apenas em uma coisa: o alcance do projétil. Considere $\sqrt{3} \cong 1{,}8$. Despreze o atrito com o ar.

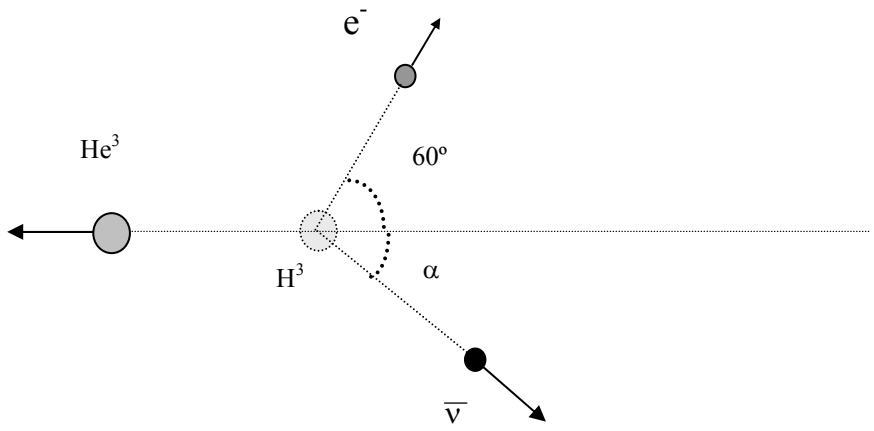
a) Qual o alcance do projétil?
b) Qual a altura máxima alcançada pelo projétil, segundo os cálculos de Salviati?
c) Qual a altura máxima calculada por Simplício?

3. O gotejar (vazamento gota a gota) pode representar situações opostas importantes do cotidiano: desperdício de água de uma torneira pingando ou dosagem precisa de medicamentos. Nos exemplos abordados nessa questão, o fluxo de gotas pode ser considerado constante.

a) Uma torneira goteja a uma razão de $6{,}0 \times 10^3$ gotas por hora. Esse vazamento enche um copo de água em 15 min. Estime a massa de cada gota.
b) Os conta-gotas para dosar medicamentos utilizam o fato de que as gotas de soluções aquosas, formadas em bicos com raios pequenos, são mantidas presas ao bico por uma força $F = \alpha R$, onde $\alpha = 0{,}5$ N/m e R é o raio do bico do conta-gotas. A gota cai quando seu peso é maior ou igual a esta força. Para um conta-gotas com R = 0,8 mm, qual é a massa da gota que cai?
c) Uma receita médica prescreve 15 gotas de um medicamento. Qual a quantidade do elemento ativo nessa dose? A dissolução do elemento ativo é de 20 g/l de solução aquosa.

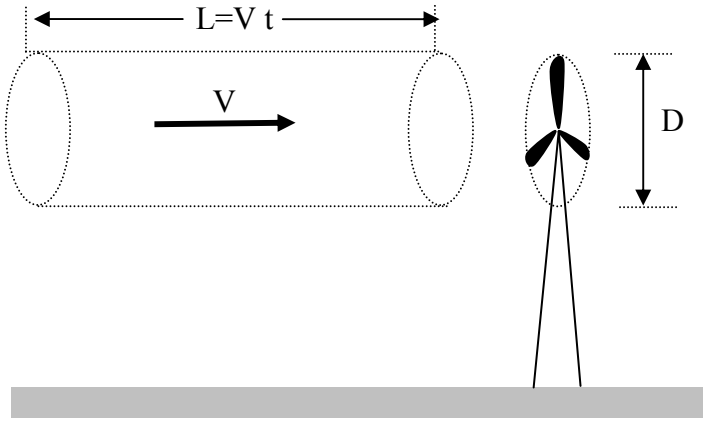
4. A existência do neutrino e do anti-neutrino foi proposta em 1930 por Wolfgang Pauli, que aplicou as leis de conservação de quantidade de movimento e energia ao processo de desintegração β. O esquema abaixo ilustra esse processo para um núcleo de trítio, H^3 (um isótopo do hidrogênio), que se transforma em um núcleo de hélio, He^3, mais um elétron, e^-, e um anti-neutrino, $\bar{\nu}$. O núcleo de trítio encontra-se inicialmente em repouso. Após a desintegração, o núcleo de hélio possui uma quantidade de movimento com módulo de 12×10^{-24} kg m/s e o elétron sai em uma trajetória fazendo um ângulo de 60º com o eixo horizontal e uma quantidade de movimento de módulo $6{,}0 \times 10^{-24}$ kg m/s.

a) O ângulo α que a trajetória do anti-neutrino faz com o eixo horizontal é de 30º. Determine o módulo da quantidade de movimento do anti-neutrino.
b) Qual é a velocidade do núcleo de hélio após a desintegração? A massa do núcleo de hélio é $5{,}0 \times 10^{-27}$ kg.



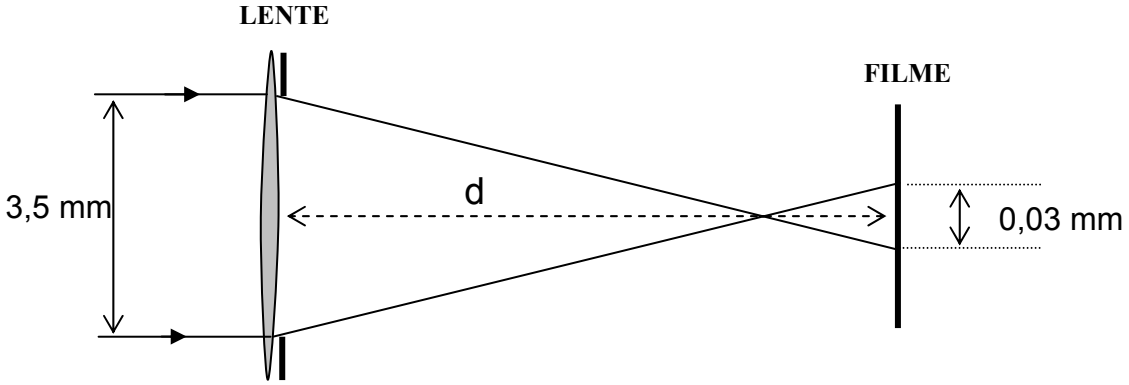
5. Um cata-vento utiliza a energia cinética do vento para acionar um gerador elétrico. Para determinar essa energia cinética deve-se calcular a massa de ar contida em um cilindro de diâmetro **D** e comprimento **L**, deslocando-se com a velocidade do vento **V** e passando pelo cata-vento em **t** segundos. Veja a figura abaixo. A densidade do ar é 1,2 kg/m^3, D = 4,0 m e V=10 m/s. Aproxime $\pi \approx 3$.

a) Determine a vazão da massa de ar em kg/s que passa pelo cata-vento.
b) Admitindo que este cata-vento converte 25% da energia cinética do vento em energia elétrica, qual é a potência elétrica gerada?



6. Em uma máquina fotográfica de foco fixo, a imagem de um ponto no infinito é formada **antes** do filme, conforme ilustra o esquema. No filme, esse ponto está ligeiramente desfocado e sua imagem tem 0,03 mm de diâmetro. Mesmo assim, as cópias ampliadas ainda são nítidas para o olho humano. A abertura para a entrada de luz é de 3,5 mm de diâmetro e a distância focal da lente é de 35 mm.

a) Calcule a distância **d** do filme à lente.
b) A que distância da lente um objeto precisa estar para que sua imagem fique exatamente focalizada no filme?



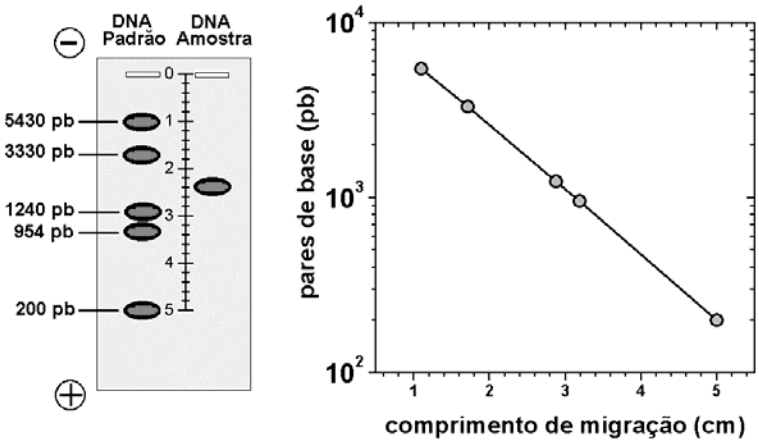
7. Um motor de foguete iônico, digno de histórias de ficção científica, equipa uma sonda espacial da NASA e está em operação há mais tempo do que qualquer outro propulsor espacial já construído. O motor iônico funciona expelindo uma corrente de gás eletricamente carregado para produzir um pequeníssimo impulso. Cerca de 103 gramas de xenônio são ejetados por dia com uma velocidade de 108.000 km/h. Após um período muito longo, esse impulso faz a sonda atingir uma velocidade enorme no espaço. Em aproximadamente 200 dias de viagem, a sonda chega a uma velocidade de 4320 km/h, o que é muito mais rápido do que seria possível com uma quantidade similar de combustível de foguete. Aproxime um dia para 9×10^4 s.

a) Que massa de combustível teria sido consumida para atingir 4320 km/h?
b) Qual é a aceleração média da sonda? Considere que a sonda parte do repouso.
c) Qual é a quantidade de movimento do combustível ejetado em 1 s?

8. Os átomos que constituem os sólidos estão ligados entre si por forças interatômicas. O trabalho necessário para arrancar um átomo de uma barra de ouro é de aproximadamente 3,75 eV. Atualmente é possível arrancar do metal um único átomo. Esse átomo desliga-se dos outros, quando é puxado a $4{,}0 \times 10^{-10}$ m acima da superfície da barra. Considere 1 eV $=1{,}6 \times 10^{-19}$ J.

a) Calcule a força necessária para arrancar um único átomo de ouro da barra.
b) Uma secção transversal da barra de ouro tem aproximadamente $1{,}6 \times 10^{15}$ átomos/cm^2. Calcule a força necessária para romper uma barra de ouro com área transversal de 2 cm^2.

9.



Eletroforese é um método utilizado para separação de macromoléculas biológicas, como, por exemplo, no seqüenciamento do DNA. Numa medida de eletroforese, apresentada na figura da esquerda, compara-se uma amostra desconhecida de DNA com um padrão conhecido. O princípio de funcionamento do método é arrastar os diferentes fragmentos do DNA, com carga elétrica **q**, por meio de um campo elétrico **E** em um meio viscoso. A força de atrito do meio viscoso é $f = -\alpha v$, sendo **v** a velocidade do fragmento de DNA ou de outra macromolécula qualquer. A constante α depende do meio e das dimensões da macromolécula.

a) Qual é a expressão para a velocidade terminal da macromolécula que atravessa o meio viscoso sob a ação do campo elétrico?
b) Sob certas condições, a velocidade terminal depende apenas da massa molecular do fragmento de DNA, que pode ser expressa em número de pares de base (pb). Identifique, pelo gráfico à direita, o número de pares de base da amostra desconhecida de DNA, presente na figura da esquerda.

10. A corrente elétrica contínua em uma dada linha de transmissão é de 4000 A. Um escoteiro perdido, andando perto da linha de transmissão, tenta se orientar utilizando uma bússola. O campo magnético terrestre é de $B_T = 5{,}0 \times 10^{-5}$ T perto da superfície da Terra. A permeabilidade magnética é $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T·m/A.

a) Se a corrente está sendo transmitida no sentido leste para oeste, qual é o sentido do campo magnético gerado pela corrente perto do chão? Justifique sua resposta.
b) A que distância do fio o campo gerado pela corrente terá o módulo igual ao do campo magnético terrestre?

11. Quando um recipiente aberto contendo um líquido é sujeito a vibrações, observa-se um movimento ondulatório na superfície do líquido. Para pequenos comprimentos de onda λ, a velocidade de propagação **v** de uma onda na superfície livre do líquido está relacionada à tensão superficial σ conforme a equação

$$v = \sqrt{\frac{2\pi\sigma}{\rho\lambda}}$$

onde ρ é a densidade do líquido. Esta equação pode ser utilizada para determinar a tensão superficial induzindo-se na superfície do líquido um movimento ondulatório com uma freqüência **f** conhecida e medindo-se o comprimento de onda λ.

a) Quais são as unidades da tensão superficial σ no Sistema Internacional de Unidades?
b) Determine a tensão superficial da água, sabendo que para uma freqüência de 250 Hz observou-se a formação de ondas superficiais com comprimento de onda $\lambda = 2{,}0$ mm. Aproxime $\pi \approx 3$.

12. Um aspecto importante no abastecimento de energia elétrica refere-se às perdas na transmissão dessa energia do local de geração para o local de consumo. Uma linha de transmissão de 1000 km apresenta uma resistência típica $R = 10\ \Omega$. A potência consumida na cidade é $P_C = 1000$ MW.

a) A potência consumida é transmitida pela linha e chega à cidade com uma tensão de 200 kV. Calcule a corrente na linha de transmissão.
b) Calcule a percentagem da potência dissipada na linha, P_D, em relação à potência consumida na cidade, P_C.
c) Quanto maior a tensão na linha de transmissão menores são as perdas em relação à potência consumida. Considerando que a potência consumida na cidade é transmitida com uma tensão de 500 kV, calcule a percentagem de perda.