



# Estratégia enem

Aula 00

**Física p/ ENEM - 2019**

Professor: Vinicius Silva

# Introdução à Física

1. Apresentação.....	1
2. O curso .....	4
2.1 Metodologia/Estratégias.....	4
2.2 Videoaulas .....	5
3. Cronograma do Curso. ....	7
4. Estrutura das aulas .....	9
5. Introdução (Aula 00) .....	10
6. Estudo dos vetores.....	10
6.1. Representação .....	11
6.2 Soma Vetorial .....	12
6.3 Decomposição Vetorial .....	16
6.4 Multiplicação de um vetor por um número.....	20
6.5 Diferença de vetores.....	22
6.6 Diferença entre grandezas escalares e vetoriais .....	23
7. Grandezas Físicas .....	25
8. Análise Dimensional .....	31
9. Sistema Internacional de Unidades .....	34
10. QUESTÕES SEM COMENTÁRIOS .....	41
11. QUESTÕES COMENTADAS .....	54
12. GABARITO.....	84

## 1. APRESENTAÇÃO

Olá caro aluno!



Meu nome é **Vinicius Silva**, e sou professor de Física aqui no **Estratégia no Enem**. Tenho certeza de que faremos uma boa parceria rumo ao seu principal objetivo que é a nota máxima na parte de Física da sua prova de Ciências da Natureza e suas tecnologias no ENEM - 2019.

Deixe que me apresente para você. Sou Natural de São Paulo, mas muito cedo (em 1991), com 6 anos de idade, mudei-me para o Fortaleza, capital do meu Ceará, onde vivi praticamente a maioria da minha vida estudantil, até me tornar um concursado e aí você já sabe como fica a vida de uma pessoa que abraça o serviço público.

Em 2006, Fiz meu primeiro concurso, para o cargo de Controlador de Tráfego Aéreo Civil da Aeronáutica (**DECEA**). Após lograr êxito no certame (2º Lugar), mudei-me para São José dos Campos - São Paulo, local em que fiz o curso de formação necessário ao exercício do cargo.

Já em 2008, nomeado para o cargo acima, mudei-me para a cidade de Recife-PE, e por lá fiquei durante aproximadamente um ano até, no final de 2008, ser nomeado como **Técnico Judiciário, na Justiça Federal do Ceará**, concurso no qual logrei aprovação também em 2º lugar.

Atualmente sou lotado na Subseção de Juazeiro do Norte, interior do Ceará e aqui estou há sete anos desempenhando minhas atividades no serviço público e no magistério.

Minha experiência em vestibulares vem desde 2002, quando fiz meu primeiro vestibular, de lá para cá acumulei muitas aprovações em diversos vestibulares para muitas instituições civis e militares.

Fui aluno de **Turma ITA-IME**, onde o aluno é testado várias vezes durante o ano, realizando provas de vestibulares a título de teste, para que possa perceber seu crescimento.

Nesse sentido, fui aprovado diversas vezes nos vestibulares da **UFC, UECE, URCA, Unifor, IFCE, entre outros**, para os mais diversos cursos como Ciência da Computação, Matemática, Física, Contabilidade, Odontologia, Mecatrônica, etc. Muitas dessas aprovações entre os 10 primeiros lugares.

Nos vestibulares do IME e ITA, logrei aprovação no **vestibular do IME 2004/2005**, ano em que fui **o primeiro lugar na primeira fase do Concurso da Escola Naval**.



Na área da Física, matéria que passarei, a partir desta e nas próximas aulas, a desvendar e tornar seu entendimento muito mais simples do que você pensa, minha experiência já vem desde 2006 quando iniciei no magistério como professor substituto e monitor em colégios e cursinhos de Fortaleza.

Hoje, ministro aulas de Física para as mais diversas carreiras, desde a preparação para vestibulares em geral até a preparação para os concursos mais difíceis da carreira militar como **IME e ITA**, passando ainda pelas turmas de **Medicina, Direito e Engenharia**.

Em paralelo, ministro aulas preparatórias para olimpíadas de Física regionais, nacionais e até internacionais, já tendo tido alunos selecionados para participarem de processos seletivos para a **IPHO** (Olimpíada Mundial de Física) e **OIBF** (Olimpíada Ibero Americana de Física).

Para concursos, já ministrei cursos escritos para área policial (**PF e PRF**).

Atualmente, escrevo um livro voltado para o público IME e ITA sobre um assunto que com certeza é um tema muito fascinante no mundo da Física, a Óptica Ondulatória. Além disso, desenvolvo outros trabalhos voltados para o público IME – ITA e também para o planejamento e organização de estudos voltados para concursos (**Coaching**).

Bom, agora que eu já falei sobre minha experiência e também com a matéria que irei ministrar aulas para você, vamos passar à apresentação do nosso **Curso de Física para o ENEM 2019**.

É com muita satisfação que passo a apresentar o curso de Física para o **ENEM 2018**, aqui pelo **Estratégia ENEM**, casa que me acolheu muito bem, desde 2013, e com a qual estamos firmando uma parceria de muito sucesso, já tendo ministrado dezenas de cursos preparatórios para concursos públicos e já conseguido levar muitos candidatos à aprovação.

O foco desse curso será a preparação com antecedência, pois assim, o candidato fica realmente preparado, não adianta se preparar para uma prova como a do ENEM em 2 ou 3 meses, o ideal é iniciar os seus estudos o quanto antes.

O público alvo desse curso é o mais geral possível.



Aplica-se aos **candidatos que nunca tiveram contato com a Física** e querem iniciar seus estudos, bem como para aqueles que são formados em outras áreas e pretendem mudar de área, ou almejam novos horizontes de conhecimento, e ainda para aqueles que já faz tempo que não estudam as matérias do ensino médio e pretendem ingressar no ensino superior público federal e de qualidade por meio do ENEM.

Você que está concluindo o ensino médio, tenha certeza de que montamos um curso de excelente qualidade também para você. Se está terminando o ensino médio e ainda não possui um material de qualidade, aprofundado, com 100% das questões resolvidas e comentadas, inclusive todas do ENEM, com riqueza de detalhes, o seu lugar é aqui.

## 2. O CURSO

**O Curso de Física para o ENEM 2019** terá como objetivo principal levá-lo à nota máxima, contribuindo para que você consiga a sua aprovação e ingresso nas Universidades Federais, por meio do SISU, ou então utilize sua pontuação na prova do ENEM para o **Ciências sem Fronteiras, PROUNI, FIES, Conclusão do Ensino Médio**, entre outros processos seletivos que fazem uso do **ENEM** para selecionar os melhores candidatos.

Existem até alguns concursos públicos que utilizam a nota do ENEM como meio de acesso aos cargos públicos, geralmente na Polícia Militar e Corpo de Bombeiros Militar. Em 2017 foram muitos os concursos que utilizaram-se da nota do ENEM para o provimento dos cargos vagos.

Para atingirmos nosso objetivo principal, vamos usar algumas estratégias que visam a tornar seu esforço menor e seu aprendizado maior face à dificuldade natural que todos têm na minha matéria.

### 2.1 METODOLOGIA/ESTRATÉGIAS

O curso será **teórico** com **questões comentadas** ao final de cada aula, tornando-se assim um curso completo, com teoria e exercícios adequados para o fim a que se propõe.



Utilizarei algumas ferramentas na teoria como **figuras, bate papo com o nosso colega Aderbal**, que vocês logo irão conhecer, **aplicações práticas da teoria não faltarão** e, é claro, muitas e **muitas questões resolvidas**, o máximo de questões que encontrarei sobre o tema serão trazidas para o nosso curso, sempre adequadas à realidade do **ENEM**.

As questões utilizadas por min serão oriundas de provas anteriores do **ENEM**, bem como de outros vestibulares tradicionais como **UNB, Fuvest – SP, Unicamp – SP, Unesp – SP, UFC, UECE, UFPB, UERJ, etc.** Vamos utilizar alguns exemplos e questões elaboradas por min sobre o assunto.

No que se refere às questões elaboradas por min, geralmente serão questões modificadas para a realidade do ENEM, um professor que conhece a realidade dos vestibulares, das olimpíadas científicas, do nível superior e dos concursos, sabe como diferenciar as abordagens.

Outro ponto forte do nosso curso será o **fórum de dúvidas**, que acessarei diariamente a fim de que você possa ter as respostas para as suas dúvidas o mais rápido possível, tornando a aula mais dinâmica e otimizando o seu tempo, costumo responder uma dúvida em no máximo vinte e quatro horas, a não ser que ocorra um imprevisto muito sério.

Resumindo, você terá ao seu dispor uma aula teórica completa, cheia de figuras, tabelas, gráficos elucidativos, muitas questões para exercitar (todas comentadas) e um fórum de dúvidas com respostas quase “instantâneas” (rsrsrsrsrs).

## 2.2 VIDEOAULAS

Esse curso contará com uma ferramenta altamente produtiva, que são as videoaulas, que serão gravadas com o intuito de aproximar o contato professor-aluno.

Iremos gravar um número de videoaulas equivalente ao das aulas em PDF. Assim, você terá sempre uma videoaula para cada assunto tratado nas aulas escritas, de modo a proporcionar a você um material didático completo e autossuficiente, sem a necessidade de recorrer a livros, e apostilas, você poderá estudar para o ENEM exclusivamente pelo nosso curso, que é completo.



Em cada videoaula vamos expor toda a teoria, como se você estivesse em uma sala de aula, com todas as dicas e "bizus" de que você precisa para se dar bem na sua prova.

Ao final da exposição teórica vamos resolver em média umas cinco questões que já caíram em provas anteriores de ENEM e outros vestibulares, oriundas das nossas aulas em PDF, serão aquelas que eu considero questões-chave.

Ou seja, você terá em média cinco questões, além do comentário escrito, uma resolução detalhada pelo seu professor em formato de videoaula. Não vai faltar nada para o seu entendimento. As demais questões da lista de exercícios em PDF serão facilmente "detonadas" por você.

Durante o curso você verá que as questões comentadas estarão dispostas ao final da aula, de modo a proporcionar a você a chance de tentar resolver as questões sozinho, sem olhar a resolução.



Professor, e se quando eu estiver resolvendo eu acertar tudo eu posso passar para a aula seguinte?

Eu não aconselharia isso Aderbal.

Por dois motivos:

1. Você pode ter acertado meio que no **chute**, sem convicção, sem embasamento teórico, ou às vezes até você tem embasamento, mas está em desacordo com a teoria.
2. Se você não vir as resoluções comentadas irá perder a chance de observar uma resolução diferente, mais rápida ou mais prática, perdendo uma oportunidade de aprendizado muito boa, por meio dos comentários das questões.



Assim, o ideal é ver a aula inteira com calma, sem pressa ou saltos desnecessários, afinal de contas você está estudando com antecedência, planejando seus estudos antecipadamente, não há motivos para ter pressa, principalmente em Física.

Portanto, vamos à luta.

### 3. CRONOGRAMA DO CURSO.

O nosso curso seguirá o conteúdo programático previsto para Física pelo próprio ENEM, que foi estudado por mim, para que eu montasse a ementa abaixo de acordo com o cronograma.

Abaixo segue um quadro com o cronograma das aulas e os assuntos a serem tratados em cada uma delas.

#### CRONOGRAMA

<b>Data de publicação da aula</b>	<b>Conteúdo</b>
<b>Aula 00 (05/12/18)</b>	Vetores, Sistema Internacional de Unidades, Algarismos Significativos, Ordem de Grandeza, Análise Dimensional.
<b>Aula 01 (16/01/19)</b>	Cinemática escalar (Bases, MRU, MRUV). Cinemática vetorial (Vetores, cinemática vetorial, movimento circular e movimento relativo). Lançamento de projéteis (vertical, horizontal e oblíquo).
<b>Aula 02 (23/01/19)</b>	Leis de Newton e suas aplicações. Força de atrito. Resultante tangencial e centrípeta
<b>Aula 03 (30/01/19)</b>	Trabalho, potência energia e suas transformações
<b>Aula 04 (06/02/19)</b>	Impulso, quantidade de movimento e colisões
<b>Aula 05 (13/02/19)</b>	Gravitação Universal



<b>Aula 06</b> <b>(20/02/19)</b>	Estática dos Sólidos. Estática dos líquidos.
<b>Aula 07</b> <b>(27/02/19)</b>	Termometria. Calorimetria. Processos de propagação do calor
<b>Aula 08</b> <b>(06/03/19)</b>	Dilatação térmica
<b>Aula 09</b> <b>(13/03/19)</b>	Gases. Termodinâmica
<b>Aula 10</b> <b>(20/03/19)</b>	Óptica. Princípios fundamentais.
<b>Aula 11</b> <b>(27/03/19)</b>	Leis da reflexão. Espelhos planos. Espelhos esféricos
<b>Aula 12</b> <b>(03/04/19)</b>	Leis da refração. Reflexão total. Dioptra plano. Lâmina de faces paralelas. Prismas
<b>Aula 13</b> <b>(10/04/19)</b>	Lentes delgadas. Instrumentos ópticos e óptica da visão.
<b>Aula 14</b> <b>(17/04/19)</b>	MHS
<b>Aula 15</b> <b>(24/04/19)</b>	Ondas (classificação, equação fundamental, equação de Taylor, cordas vibrantes)
<b>Aula 16</b> <b>(01/05/19)</b>	Fenômenos (reflexão, refração, batimento, difração, ressonância, interferência)
<b>Aula 17</b> <b>(08/05/19)</b>	Acústica (noções introdutórias, fenômenos, tubos sonoros, nível de intensidade, efeito doppler)
<b>Aula 18</b> <b>(15/05/19)</b>	Introdução à eletrostática e a lei de Coulomb.
<b>Aula 19</b> <b>(22/05/19)</b>	Campo Elétrico
<b>Aula 20</b> <b>(29/05/19)</b>	Potencial elétrico, trabalho da força elétrica e energia potencial elétrica
<b>Aula 21</b> <b>(05/06/19)</b>	Corrente elétrica e resistores
<b>Aula 22</b> <b>(12/06/19)</b>	Geradores

<b>Aula 23</b> <b>(19/06/19)</b>	Receptores
<b>Aula 24</b> <b>(26/06/19)</b>	Medidas elétricas
<b>Aula 25</b> <b>(03/07/19)</b>	Capacitores
<b>Aula 26</b> <b>(10/07/19)</b>	Imãs e introdução ao eletromagnetismo
<b>Aula 27</b> <b>(17/07/19)</b>	Campo magnético
<b>Aula 28</b> <b>(24/07/18)</b>	Força magnética
<b>Aula 29</b> <b>(31/07/18)</b>	Indução eletromagnética

## 4. ESTRUTURA DAS AULAS

Antes de começarmos o conteúdo propriamente dito desta aula 00, que versará sobre um tema interessantíssimo, vamos apresentar para você a estrutura das nossas aulas.

As nossas aulas serão compostas da seguinte forma:

- Teoria completa sobre o tema que ela se presta a explicar, recheada de exemplos em forma de exercícios para já ir deixando você familiarizado com a forma com que o assunto é cobrado na prova do ENEM.
- Lista de questões sem os comentários para que você já teste seus conhecimentos. (sempre constarão todas as questões do ENEM desde 1998 – sua criação – relativas ao assunto estudo)
- Lista das questões propostas com os respectivos comentários.
- Gabarito.



## 5. INTRODUÇÃO (AULA 00)

No início de cada aula farei remissão ao conteúdo previsto na ementa do curso referente à aula que estaremos trabalhando.

Escolhi alguns temas para serem trabalhados nessa aula zero, inaugural, para quem não conhece meu trabalho começar a se encantar pelo mundo das ciências naturais e se perguntar por que as coisas acontecem.

**Conteúdo: Conhecimentos básicos e fundamentais – Noções de ordem de grandeza. Notação Científica. Sistema Internacional de Unidades. Metodologia de investigação: a procura de regularidades e de sinais na interpretação física do mundo. Observações e mensurações: representação de grandezas físicas como grandezas mensuráveis. Ferramentas básicas: gráficos e vetores. Conceituação de grandezas vetoriais e escalares. Operações básicas com vetores.**

Você pode até achar que se trata de um conteúdo enorme, mas acredite, isso é apenas uma pequena introdução ao mundo da Física. Nesse conteúdo estão presentes alguns temas muito comuns, que você certamente já estudou em alguma oportunidade em sua vida estudantil, como, por exemplo, **o estudo dos vetores**.

Após vamos falar um pouco sobre grandezas físicas e suas medidas e unidades.

Deu para ver que a nossa aula zero não é uma aula de demonstração, na verdade é uma aula com muito conteúdo, que está dentro de um planejamento extenso de um curso preparatório de muita qualidade e profundidade, sendo indispensável a sua leitura, costume dizer que se trata de um curso com 30 aulas de igual importância.

Apesar de não ter sido cobrado no ENEM 2017, seja na primeira, seja na segunda aplicação, é um tema que pode ser sim cobrado no ENEM 2018. Portanto, fique ligado.

## 6. ESTUDO DOS VETORES



Vetores são entes geométricos. Na verdade, os vetores são objetos de estudo da matemática e não da Física. O seu conceito mais geral você já deve ter ouvido falar certa vez por algum professor seu na escola:

**“Vetor é um segmento de reta orientado”**

O que você acha que isso tem haver com a Física?

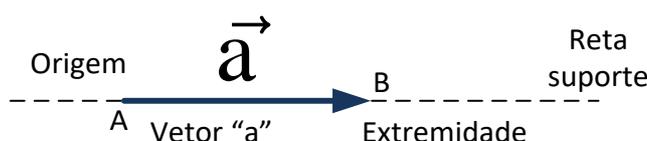
Nada, esse conceito é puramente matemático. Precisamos de um conceito que tenha aplicação na Física.

Os vetores, na Física, servem para representar e dar vida às **grandezas vetoriais**, que, em breve, vamos começar a estudar.

Então um melhor conceito seria:

**“Vetor é um ente geométrico que é utilizado para representar grandezas vetoriais”**

## 6.1. REPRESENTAÇÃO



As características do vetor são as dadas abaixo, ou seja, a **direção o módulo e o sentido**:

- A reta suporte dá a **direção** do vetor
- A medida do seguimento AB dá o **módulo**
- O **sentido** será indicado pela extremidade da seta representativa

**Obs.:** Dois vetores só são iguais **se e somente se forem iguais em módulo, direção e sentido**.



## 6.2 SOMA VETORIAL

Assim como aprendemos a operar com números, podemos também operar com vetores.

A **soma** de vetores também é chamada de **resultante** de vetores e é largamente utilizada no estudo da dinâmica e da estática, que são assuntos a serem estudados em nosso curso.

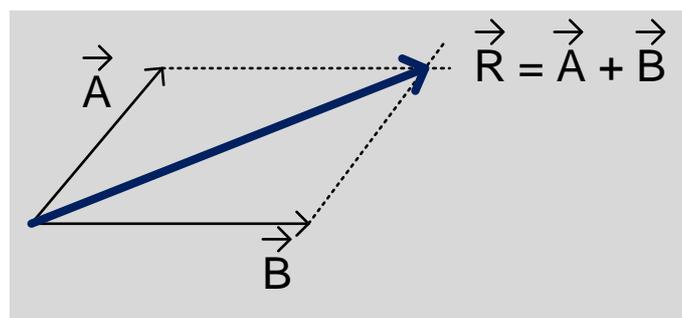
Existem duas regras para determinar a resultante de vetores:

### a) Regra do Paralelogramo (para dois vetores)

A regra que será vista nesse ponto da aula é utilizada quando queremos determinar a resultante de dois vetores. No que se refere à resultante de mais de dois vetores, veremos no item adiante como fazê-lo.

Quando você tiver de determinar a resultante de vetores, siga os passos abaixo para a obtenção do vetor soma (resultante):

1. Una (junte) os dois vetores origem com origem
2. Construa um paralelogramo com as retas paralelas aos vetores
3. Una a origem comum ao ponto de encontro das retas traçadas para originar o paralelogramo.



O método do paralelogramo é muito eficiente quando desejamos obter a resultante entre **DOIS** vetores

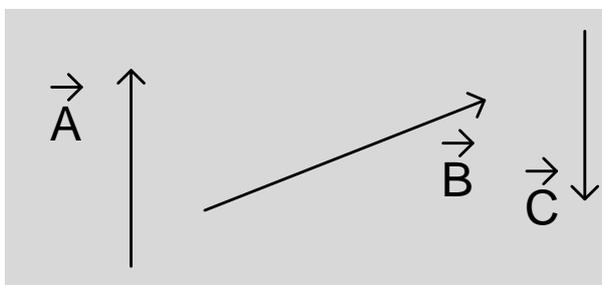


Professor, e se forem mais de dois vetores?

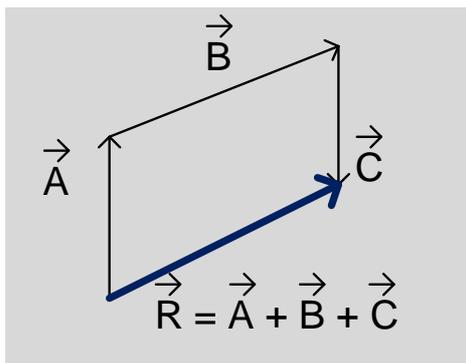
Prezado Aderbal, no item abaixo você irá aprender, a calcular a resultante quando temos mais de dois vetores.

### b) Regra do Polígono

No caso da resultante de mais de dois vetores, siga os passos abaixo para determinar a resultante:

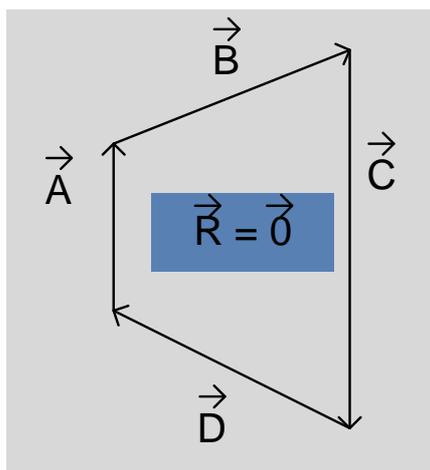


- Una a origem de um vetor à extremidade do outro sucessivamente.
- A resultante estará na junção entre **a origem do 1º vetor e a extremidade do último**



**OBS. 1:** Esse método para o cálculo da soma vetorial é bastante utilizado quando se tem vários vetores dispostos no espaço.

**OBS. 2:** caso a extremidade do último vetor coincida com a origem do primeiro temos o caso do polígono fechado, então a soma é igual ao vetor nulo.



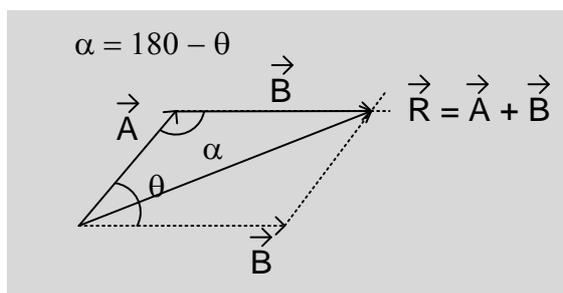
Professor, já aprendemos a fazer o "desenho" do vetor soma, mas se eu quiser saber qual o módulo, ou o valor desse vetor? Como eu faço?

Aderbal, no item abaixo vamos aprender a calcular o módulo do vetor soma, fique ligado!

### c) Cálculo da resultante

A resultante dos vetores será calculada por meio da aplicação da regra do paralelogramo, para dois vetores.

Vamos aplicar a lei dos cossenos da matemática:

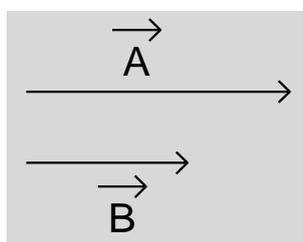


Aplicando a lei dos cossenos :

$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cos(180 - \theta)$$
$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos(\theta)}$$

Temos alguns casos particulares, para os quais a fórmula acima fica bastante reduzida e mais agradável matematicamente, vejamos:

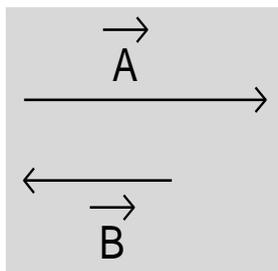
**1º caso:** A e B na mesma direção e no mesmo sentido:



Nesse caso, o ângulo  $\theta$  é igual a  $0^\circ$ , então temos  $R = A + B$ , ou seja, o módulo da resultante é a soma dos módulos dos vetores.

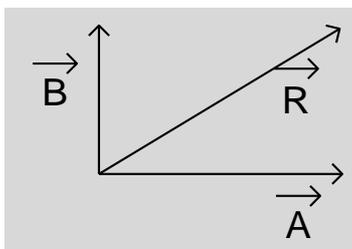
**2º caso:** A e B na mesma direção, mas em sentidos opostos:





Nesse caso o ângulo  $\theta$  é igual a  $180^\circ$ , então temos:  $R = |A - B|$ , ou seja, o módulo da soma é o módulo da diferença dos módulos dos vetores.

**3º caso:** A e B perpendiculares:



Nesse caso  $\theta = 90^\circ$  o que implica em  $\vec{R} = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2}$ , ou seja, estamos diante de um resultado bem conhecido da matemática, o Teorema de Pitágoras dos triângulos retângulos.

## 6.3 DECOMPOSIÇÃO VETORIAL

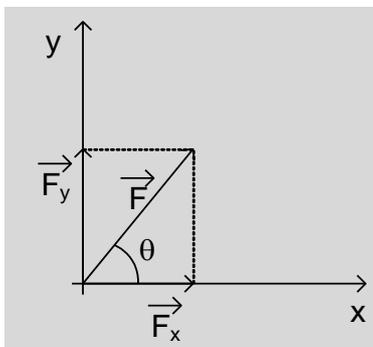
A decomposição de vetores é muito útil no estudo da **dinâmica** e da **estática**, principalmente para esta última, mas vamos aprender a decompor vetores logo no início do nosso curso, pois utilizaremos essa ideia muitas vezes em nossas aulas. Entenda que essa aula é uma base para todo o estudo que será feito nesse curso, ou seja, é de fundamental importância para o seu sucesso.

**Decompor** qualquer coisa é **trocar** essa coisa por outras mais convenientes.

Veja abaixo o procedimento que vamos adotar para calcular essas tais componentes.



Na figura abaixo, as componentes  $F_x$  e  $F_y$  se somam para resultar na força  $F$ , ou seja, podemos trocar a força  $F$  pelas suas componentes, que estaremos diante da mesma situação física.



$$\text{sen } \beta = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \text{sen } \beta$$

$$\text{cos } \beta = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \text{cos } \beta$$



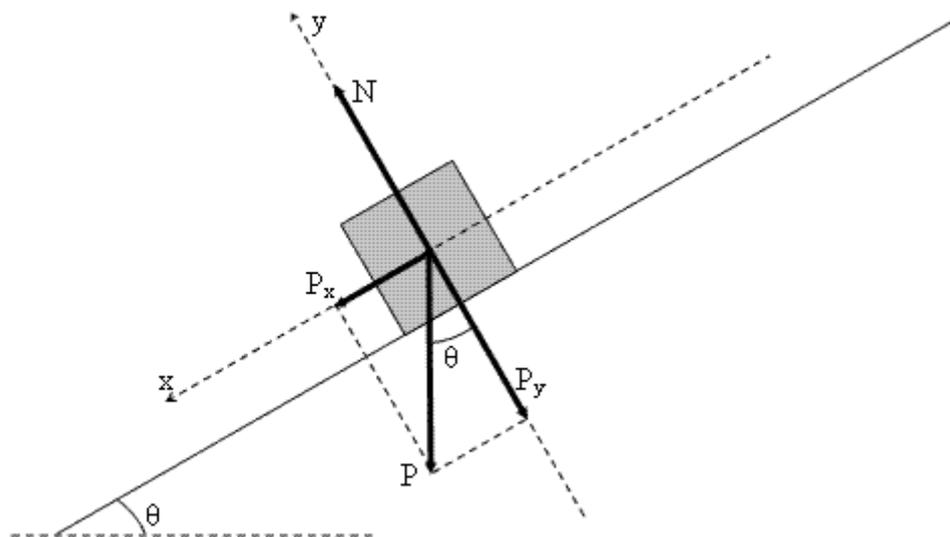
Professor, eu não entendi por que decompor, se quando decomparamos damos origem a dois vetores. Se um vetor já é ruim, imagina dois!

Querido Aderbal, você tem razão, um problema é bem melhor que dois problemas para resolver, mas a decomposição é conveniente para trabalhar com vetores em direções mais adequadas ao problema.

A decomposição é uma ferramenta poderosa para a resolução de questões que envolvem grandezas vetoriais, será muito comum no nosso curso.

Veja abaixo um exemplo bem comum nas questões de dinâmica que é o plano inclinado:





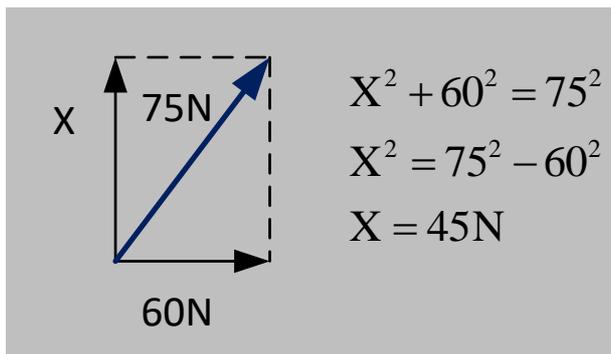
Note que é bem melhor trabalharmos com o movimento do corpo na direção do plano e na direção perpendicular ao plano, pois o movimento do bloco se dá na direção paralela ao plano. Seria uma tarefa nada agradável trabalhar sem decompor os vetores, na direção horizontal e vertical.

No entanto, para trabalhar nos eixos  $x$  e  $y$  da figura acima, precisamos decompor a força peso para essas direções. Um estudo aprofundado do plano inclinado será feito na aula de dinâmica deste curso.

**Exemplo 1:** A intensidade da resultante entre duas forças concorrentes, perpendiculares entre si, é de 75 N. Sendo a intensidade de uma das forças igual a 60 N, pode-se afirmar que o outro vetor tem módulo igual a 45N.

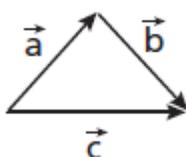
**Comentário: Item correto!**

No item acima, foi dito que os dois vetores são perpendiculares, o que nos leva à seguinte figura:



Portanto, o item está correto.

**Exemplo 2:** na representação vetorial abaixo, a expressão correta é:  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{0}$ .



**Comentário: o item está incorreto!**

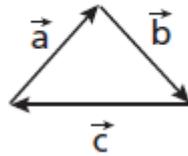
Não se confunda achando que pelo fato de a figura formar um polígono fechado, a resultante será nula, pois o polígono fechado da figura acima não está de acordo com o que foi dito na parte teórica acima.

Veja que o vetor  $\vec{c}$  não está “casado” extremidade com origem. Na verdade a extremidade dele está unida junto com a extremidade de  $\vec{b}$ , o que foge à regra do polígono fechado com resultante nula.



Professor, e como a disposição desses vetores daria uma soma nula?

Boa pergunta Aderbal, a figura deveria estar assim:



Dessa forma a extremidade de um vetor está diretamente ligada à origem do outro, originando assim a seguinte relação vetorial:

$$\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{0}.$$

A relação correta para a figura que foi fornecida na questão seria:

$$\vec{a} + \vec{b} - \vec{c} = \vec{0}.$$

Note que o **sinal negativo** na frente do vetor  $\vec{c}$  denota o **sentido contrário** em relação à regra do polígono original, pois é apenas o sentido dele que "**estraga**" a resultante nula conforme visto anteriormente, ou seja, formando o polígono fechado perfeito (extremidade com origem).

## 6.4 MULTIPLICAÇÃO DE UM VETOR POR UM NÚMERO

A multiplicação de um vetor por um número é algo bem simples e direto, devemos apenas aprender uma regrinha prática para que todo entendimento esteja compactado em um raciocínio.

A primeira coisa que você deve saber é que a multiplicação de um vetor por um número nunca modifica a **direção** do vetor, as únicas características que podem sofrer modificação são o **módulo e o sentido**.

Vamos analisar um de cada vez:

a) Módulo:



Pra que haja **aumento** do módulo, basta que tenhamos a multiplicação do vetor por um número **maior que um**.

$$\begin{array}{ccc} \vec{a} & \Rightarrow & \vec{b} = 2 \times \vec{a} \\ \longrightarrow & & \longrightarrow \\ |\vec{a}| = 6u & & |\vec{b}| = 12u \end{array}$$

Note que o vetor foi multiplicado pelo número **2**, o que aumentou o módulo dele duas vezes.

Por outro lado, para que o módulo do vetor sofra uma **redução**, você deve multiplicar por um **número entre 0 e 1**.

$$\begin{array}{ccc} \vec{a} & \Rightarrow & \vec{b} = \frac{1}{2} \times \vec{a} \\ \longrightarrow & & \longrightarrow \\ |\vec{a}| = 6u & & |\vec{b}| = 3u \end{array}$$

O sentido do vetor será modificado quando multiplicarmos por um número negativo; quando multiplicarmos por um número positivo o sentido se mantém, como visto nos exemplos acima.

$$\begin{array}{ccc} \vec{a} & \Rightarrow & \vec{b} = -2 \times \vec{a} \\ \longrightarrow & & \longleftarrow \\ |\vec{a}| = 6u & & |\vec{b}| = 12u \end{array}$$

Note que o módulo continua aumentando, no entanto, o sentido sofre uma mudança.

Multiplicando por um número negativo entre 0 e -1, teríamos a ideia abaixo:

$$\begin{array}{ccc} \vec{a} & \Rightarrow & \vec{b} = -\frac{1}{2} \times \vec{a} \\ \longrightarrow & & \longleftarrow \\ |\vec{a}| = 6u & & |\vec{b}| = 3u \end{array}$$



O vetor continua diminuindo o módulo, no entanto, o sentido sofreu modificação.

Resumindo a ideia teríamos o quadro abaixo:

$$\vec{b} = k \cdot \vec{a} \begin{cases} \text{se } k > 1 \text{ ou } k < -1 \Rightarrow |\vec{b}| > |\vec{a}| \\ \text{se } 0 < k < 1 \text{ ou } -1 < k < 0 \Rightarrow |\vec{b}| < |\vec{a}| \end{cases}$$
$$\vec{b} = k \cdot \vec{a} \begin{cases} \text{se } k > 0 \Rightarrow \vec{b} \text{ e } \vec{a} \text{ mesmo sentido} \\ \text{se } k < 0 \Rightarrow \vec{b} \text{ e } \vec{a} \text{ sentidos opostos} \end{cases}$$

## 6.5 DIFERENÇA DE VETORES

Bom pessoal, aqui a ideia é subtrair um vetor de outro. No entanto, vamos continuar utilizando a ideia de soma.

Mas antes vamos conhecer o vetor oposto, que nada mais é do que um vetor  $\vec{b}$  que é igual a um vetor  $\vec{a}$  multiplicado por **-1**.

O vetor oposto tem o mesmo módulo, a mesma direção, porém sentido oposto ao do vetor original.

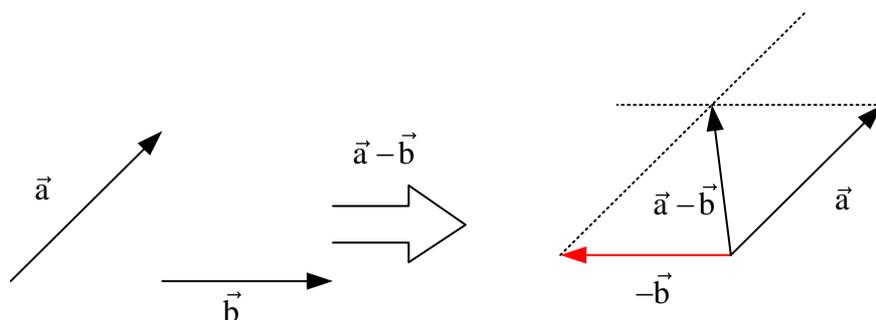
$$\vec{b} = -1 \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{b} \text{ e } \vec{a} \begin{cases} \text{sentidos opostos} \\ \text{mesmo módulo} \end{cases}$$

Pronto, agora que você conhece o vetor oposto ou simétrico, vamos aprender a subtrair um vetor de outro.

Na figura abaixo note os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  e vamos proceder à diferença  $\vec{a} - \vec{b}$ .



A ideia é bem simples, vamos proceder à soma de  $\vec{a} + (-\vec{b})$ , pois somar nós já sabemos, vamos apenas somar um vetor com o **simétrico ou oposto** do outro.



O vetor  $\vec{a} - \vec{b}$  será o representado na figura acima.

O módulo dele é de fácil memorização.

Veja, no vetor soma ou resultante, a fórmula é a abaixo:

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos(\theta)}$$

Onde  $\theta$  é o ângulo entre os vetores, quando colocados origem com origem, conforme já visto anteriormente.

O vetor diferença terá módulo igual a:

$$A - B = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos(\theta)}$$

Ou seja, quando temos uma soma o sinal do meio é (+), quando temos uma diferença o sinal é negativo (-).

## 6.6 DIFERENÇA ENTRE GRANDEZAS ESCALARES E VETORIAIS

Para concluirmos esse breve estudo dos vetores, falta comentar a diferença crucial entre as grandezas escalares e vetoriais, vez por outra cai em prova uma questão dessa



forma, pedindo para marcar o item correspondente às grandezas vetoriais ou escalares, a depender do enunciado.

Então vejamos a diferença:

Imagine a situação em que você pergunta para uma pessoa qual a massa dela.

Você: - "Qual a sua massa, Joãozinho?".

Joãozinho: - "a minha massa é de **72 kg**".

Opa, você já ficou satisfeito com a resposta do seu amigo, pois a grandeza massa já está bem definida com essas duas características que são o **módulo** e a **unidade de medida**.

No entanto, se você perguntasse ao Joãozinho o seguinte:

Você: "Joãozinho, se eu me deslocar 10m, você seria capaz de saber onde eu estaria depois desse deslocamento"?

Joãozinho: "não, eu precisaria saber também em qual **direção e sentido** você fará esse deslocamento".

Perceberam a diferença entre o deslocamento e a massa?

O deslocamento precisa de direção e sentido para ficar bem definido, ou seja, para definirmos a grandeza deslocamento, precisamos de **módulo, unidade, direção e sentido**.

Se eu disser que irei me deslocar 10m, na direção leste-oeste, com o sentido para o leste, você seria capaz de me localizar depois do meu movimento, uma vez que a grandeza deslocamento estaria bem definida com todas as suas características.

Assim, resumindo a história:

### **Grandeza Escalar:**



- Módulo
- Unidade

**Exemplos:** Massa, tempo, densidade, energia, trabalho.

### Grandeza Vetorial:

- Módulo
- Unidade
- Direção
- Sentido

**Exemplos:** Deslocamento vetorial, força, impulso, quantidade de movimento, campo elétrico, campo magnético.

## 7. GRANDEZAS FÍSICAS

Acabamos de aprender como representar grandezas físicas vetoriais e como as diferenciar das escalares. Vamos agora aprender algumas regras básicas de como escrever o valor de uma medida de uma grandeza física, vamos também aprender o sistema de unidades internacional, e também como expressar uma medida com os algarismos significativos de forma correta.

### a) Notação científica

A notação científica é uma forma de representar uma grandeza física, na verdade, se trata de uma regra bem simples que envolve potências de dez e um número entre 1 e 10. Vamos ver como se processa essa regrinha.

Algumas grandezas costumam ter valores muito grandes, como, por exemplo, a massa da terra ( $6,0 \cdot 10^{24}$  kg), enquanto que outras aparecem com valores muito pequenos como por exemplo a carga do elétron ( $1,6 \cdot 10^{-19}$ C). Esses valores são expressos sempre em uma forma mais agradável de escrever e de ler, que é a notação científica e pode ser entendida a partir do quadro abaixo:



$$\begin{cases} N = x \cdot 10^y \\ \text{onde, } 1 \leq x < 10 \text{ e } y \in \mathbb{Z} \end{cases}$$

**Exemplo:** A distância entre o Sol e Plutão é  $d = 5.900.000.000$  km. Em notação científica, basta que coloquemos a vírgula entre o algarismo 5 e o algarismo 9 de tal forma que o número "X" da tabela acima seja 5,9, assim teríamos deslocado a vírgula 9 casas decimais à esquerda, quando a vírgula é deslocada para a esquerda, devemos colocar um expoente positivo de acordo com a quantidade de casas decimais deslocadas, assim

$$d = 5,9 \cdot 10^9 \text{ km.}$$

**Exemplo:** A carga do elétron é igual a  $0,00000000000000000016$  C, para escrever essa constante de maneira mais agradável, usamos a notação científica, assim deslocamos a vírgula 19 vezes para a direita de forma a deixar o número "X" igual a 1,6; assim teremos esse valor expresso em notação científica da seguinte forma:

$$Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C.}$$

Veja que a notação científica é uma forma mais agradável de trabalhar com medidas de grandezas físicas, pois para que tenhamos cálculos mais simples é imprescindível trabalharmos com potências de 10.

## b) Ordem de Grandeza

A ordem de grandeza também é uma forma de expressar uma medida. Conceitualmente podemos definir a ordem de grandeza de uma medida como sendo a potência de 10 que mais se aproxima da medida em questão.



Professor, então é só colocar a medida em notação científica, pois vai aparecer uma potência de dez que deve ser a potência de 10 mais próxima da medida.



É quase isso Aderbal.

Você tem que tomar cuidado, pois a potência de 10 que mais se aproxima do valor da medida pode não ser a potência de 10 que acompanha a medida em NC (notação científica).

Para obter a ordem de grandeza de uma medida siga os passos abaixo que você sempre vai se dar bem, inclusive na hora da prova.

1º passo: Escrever o número em notação científica :  $N = X \cdot 10^y$   $y \in \mathbb{Z}$   
2º passo: Verifique se o número  $X$  é maior que  $\sqrt{10} \cong 3,16$   
3º passo: Se  $X \geq \sqrt{10}$ , então O.G =  $10^{y+1}$ , se  $X < \sqrt{10}$ , então O.G =  $10^y$

**Exemplo:** Uma massa  $m = 0,000045$  kg.

Note que ao transformarmos o valor de  $m$  para notação científica obtemos o seguinte:

$m = 4,5 \cdot 10^{-5}$  kg, então como  $4,5 > 3,16$  a ordem de grandeza será  $10^{-5+1} = 10^{-4}$  kg.

**Exemplo:** Uma distância de 120.000 km

Note que quando transformarmos para N.C. obteremos o valor:  $1,2 \cdot 10^5$  km, e como  $1,2 < 3,16$ ; então a ordem de grandeza será  $10^5$  km.

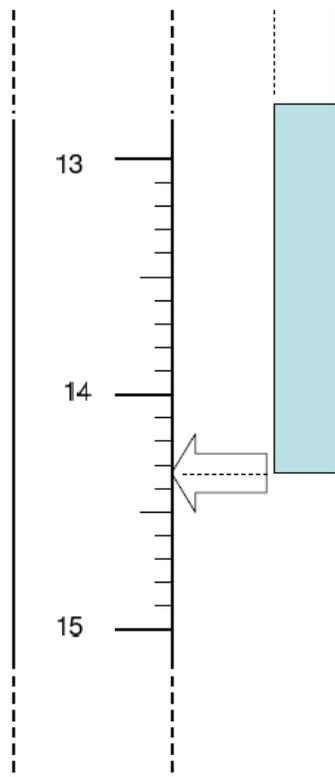
Existem diversos problemas envolvendo o conceito acima, e basta que você siga as instruções acima que você nunca vai errar.

### c) Algarismos Significativos

Algarismos significativos de uma medida física são aqueles algarismos que possuem significado físico de acordo com o instrumento e os aparatos de que se dispõe para realizar a medida.

Imagine a régua abaixo na qual se deseja medir o tamanho da barra azul.





Podemos afirmar com toda a certeza duas coisas:

1. O valor é maior que 14 e menor que 15, então deve ser 14,...
2. O valor é maior 14,3 e menor que 14,4; então podemos dizer que a medida pode ser escrita da seguinte forma:

$$L = 14,35$$

Note que os algarismos 1, 4 e 3 são algarismos **CERTOS**, da existência deles eu tenho certeza, de acordo com o aparelho que eu utilizei para realizar a medida. O algarismo 5 é o que chamamos de duvidoso e ele também é significativo, pois tem significado, não é porque ele é aproximado que ele perde o significado.

Podemos dizer então que o número de algarismos significativos de uma medida será igual ao número de algarismos certos mais um duvidoso, apenas um.

Não podemos colocar mais de uma algarismo duvidoso, tendo em vista que esse primeiro já é uma dúvida, então não podemos colocar mais uma dúvida em cima daquilo que já é dúvida.



Veja nos exemplos abaixo a contagem dos algarismos significativos de cada uma dessas medidas:

### Exemplo

- 2,50 m tem 3 algarismos sig.
- 2,503 m tem 4 algarismos sig.
- $0,00012\text{ s} = 1,2 \times 10^{-4}\text{ s}$  tem 2 algarismos sig.
- $0,000120\text{ s} = 1,20 \times 10^{-4}\text{ s}$  tem 3 algarismos sig.

Note que quanto maior o número de alg. signif., maior é a precisão do instrumento de medida. Assim, um instrumento de alta precisão deve fornecer uma medida com vários alg. signif.

algarismos significativos de uma medida são os algarismos corretos e o primeiro algarismo duvidoso.

## c.1) Operações com Significativos

As operações matemáticas de soma, subtração, multiplicação e divisão devem ser efetuadas de acordo com algumas regrinhas que serão vistas adiante, de modo que o resultado sempre deve aparecer com um número de algarismos significativos coerente, nunca se aumentando a precisão por conta da operação matemática efetuada. Vejamos as regras.

### I. Adição ou Subtração

Nessa operação, a regra é que o resultado deve sempre conter um número de casas decimais (após a vírgula) mínimo, ou seja, o número de casa decimais do resultado deve ser o mesmo número de casas decimais da medida que possui o menor número de casas decimais.

Complicado de entender, vamos a um exemplo prático:

$$27,48\text{ cm} + 2,5\text{ cm}$$



A medida 2,5 possui o menor número de casas decimais (uma), portanto o resultado deve conter apenas uma casa decimal.

Assim, efetuando-se a soma normalmente: 29,98cm.

Como o resultado deve conter apenas uma casa decimal, devemos descartar o "8", mas devemos fazê-lo somando-se um ao primeiro algarismo "9", assim:

30,0cm.

Essa seria a resposta.

Vamos a mais alguns exemplos:

$$2,041s + 0,0498s + 98,00s = ?$$

Devemos ter o resultado apenas com duas casas decimais, uma vez que esse é o menor número de casas decimais nas medidas envolvidas na soma.

Somando: 100,0908s.

Devemos agora descartar a parte "08", pois ela não influencia no resultado, que deve conter apenas duas casas após a vírgula.

## II. Multiplicação ou divisão

Nesse caso, devemos tomar cuidado pois a regra é parecida, mas diferente.

Aqui vamos determinar o resultado com uma quantidade de algarismos significativos igual ao da medida mais pobre em algarismos significativos.

Assim, devemos procurar o algarismo mais pobre, é ele que vai mandar (rsrsrs).

Observe os exemplos abaixo que envolvem as duas regras:

1)  $1,58 \times 0,03 = 0,05$



$$2) 1,58 \times 0,030 = 0,047$$

$$3) 1,58 \times 0,0300 = 0,0474$$

$$4) 1,4 + 2,53 = 3,9$$

$$5) 2,34 \times 10^2 + 4,93 = 2,39 \times 10^2$$

$$6) 2,34 \times 10^3 + 4,93 = 2,34 \times 10^3$$

Nas questões do ENEM você não precisa se preocupar em utilizar essas regras indiscriminadamente, utilize apenas se o enunciado prever a utilização de algarismos significativos, nessas questões o conhecimento cobrado será mais o das regras vistas.

Até o hoje não vi em nenhuma questão ser cobrado o conhecimento dos algarismos significativos nas questões do ENEM.

## 8. ANÁLISE DIMENSIONAL

Analisar a dimensão de uma grandeza física é escrever ela em função das grandezas fundamentais, que são as grandezas que você vê no quadro abaixo.



## Grandezas fundamentais e as Unidades no SI

Grandeza Fundamental	Nome	Símbolo
comprimento	metro	m
tempo	segundo	s
massa	quilograma	kg
temperatura	kelvin	K
corrente eléctrica	ampère	A
intensidade luminosa	candela	cd
quantidade de substância	mole	mol

As principais grandezas, as chamadas **grandezas fundamentais** serão o **comprimento, o tempo a massa a temperatura e a corrente eléctrica**, elas aparecerão bastante em nossas questões, vamos ver quais os símbolos utilizados para expressar cada grandeza dessas.

- Comprimento: L
- Tempo: T
- Massa M
- Temperatura:  $\theta$
- Corrente eléctrica: I

As outras grandezas físicas como velocidade, força, energia, impulso, calor, fluxo de calor, calor específico, coeficiente de dilatação térmica, carga eléctrica, potencia eléctrica, campo eléctrico, campo magnético,...

Bom você viu que são inúmeras as grandezas físicas chamadas de **derivadas**.

Todas essas grandezas podem ser deduzidas através das grandezas fundamentais. Vamos ver alguns exemplos:

**Exemplo: velocidade.**

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$



Dizemos que a grandeza velocidade tem dimensão de comprimento por tempo, ou simplesmente  $LT^{-1}$ .

### Exemplo: Energia

$$E = \frac{M.V^2}{2} = M.(LT^{-1})^2 = ML^2T^{-2}$$

### Exemplo: Calor Específico

$$Q = m.c.\Delta\theta$$

$$ML^2T^{-2} = M.[c].\theta$$

$$[c] = L^2T^{-2}$$

### Exemplo: Resistência Elétrica

$$Pot = R.i^2$$

$$\frac{E}{\Delta t} = R.i^2$$

$$[R] = \frac{E}{\Delta t.i^2}$$

$$[R] = \frac{ML^2T^{-2}}{T.I^2}$$

$$[R] = ML^2T^{-3}I^{-2}$$

Veja que você precisará saber alguma fórmula da Física que envolva a grandeza derivada em questão. Isso você vai ter que lembrar ou então pesquisar e saber pelo menos **UMA** fórmula que envolva a grandeza.

Podemos ainda derivar a unidade em função das unidades do sistema internacional, de acordo com as unidades da grandeza em questão.

Por exemplo, a velocidade foi dada em função das grandezas fundamentais da seguinte forma:



$$LT^{-1} = m \cdot s^{-1}$$

Ou seja, podemos sempre encontrar a unidade de medida da grandeza envolvida no cálculo, bastando para isso lembrar do quadro que foi dado anteriormente e da dimensão da grandeza.

A análise dimensional para o ENEM, abordada em nosso curso de física será essa. Lembro que existem outros aprofundamentos nessa matéria, no entanto, acredito que o que vimos acima, com a prática dos exercícios é suficiente para um ótimo desempenho em provas.

## 9. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

O sistema internacional de unidades é um sistema adotado para as unidades de medida das grandezas físicas, ele foi concebido de modo a padronizar as unidades de cada grandeza fundamental. Hoje sabemos que cada unidade tem um significado, veja o quadro abaixo onde consta cada uma das unidades fundamentais, seu símbolo e nome.

GRANDEZA	[UNIDADES SI DE BASE]	
	NOME	SÍMBOLO
comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
corrente elétrica	ampère	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
quantidade de matéria	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd

Entenda que toda vez que você utilizar as unidades acima o resultado será uma unidade do SI, no caso uma unidade derivada, uma vez que todas as demais grandezas são grandezas derivadas das fundamentais.



As grandezas derivadas podem ser observadas nas tabelas abaixo.

GRANDEZA	[UNIDADE SI]	
	NOME	SÍMBOLO
superfície	metro quadrado	m <sup>2</sup>
volume	metro cúbico	m <sup>3</sup>
velocidade	metro por segundo	m/s
aceleração	metro por segundo ao quadrado	m/s <sup>2</sup>
número de ondas	metro elevado à potência menos um (1 por metro)	m <sup>-1</sup>
massa específica	quilograma por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
volume específico	metro cúbico por quilograma	m <sup>3</sup> /kg
densidade de corrente	ampère por metro quadrado	A/m <sup>2</sup>
campo magnético	ampère por metro	A/m
concentração (de quantidade de matéria)	mol por metro cúbico	mol/m <sup>3</sup>
luminância	candela por metro quadrado	cd/m <sup>2</sup>
índice de refração	(o número) um	1*

Outras grandezas podem ainda ser derivadas, dentre elas algumas possuem nomes especiais, em geral dados em homenagem ao cientista ou estudioso que contribuiu para o desenvolvimento daquele assunto.

Dentre eles podemos citar o N (newton) Pa (pascal), J(joule), Hz (hertz),...

Por exemplo, se você tiver uma massa de 5,0kg, com uma aceleração constante de 2m/s<sup>2</sup>, caso você utilize a segunda lei de Newton ( $F_R = m.a$ ), você vai obter um valor de 10kg.m/s, no entanto, o kg.m/s é equivalente ao N (newton) que é uma homenagem ao físico inglês Isaac Newton.

Ou seja, partindo das unidades fundamentais, podemos chegar às unidades derivadas e algumas delas possuem nomes especiais, de cientistas famosos.

Você pode ficar despreocupado, pois não precisará decorar todas as tabelas aqui mostradas, basta entender as principais grandezas, que vão aparecer durante todo o nosso curso.



GRANDEZA DERIVADA	UNIDADE SI DERIVADA			
	NOME	SÍMBOLO	EXPRESSÃO EM OUTRAS UNIDADES SI	EXPRESSÃO EM UNIDADES SI DE BASE
ângulo plano	radiano <sup>(a)</sup>	rad		$m \cdot m^{-1} = 1^{(b)}$
ângulo sólido	esterradiano <sup>(a)</sup>	sr <sup>(c)</sup>		$m^2 \cdot m^{-2} = 1^{(b)}$
freqüência	hertz	Hz		$s^{-1}$
força	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
pressão, esforço	pascal	Pa	$N / m^2$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
potência, fluxo de energia	watt	W	$J / s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
quantidade de eletricidade, carga elétrica	coulomb	C		$s \cdot A$
diferença de potencial elétrico, força eletromotriz	volt	V	$W / A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacidade elétrica	farad	F	$C / V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
resistência elétrica	ohm	$\Omega$	$V / A$	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
condutância elétrica	siemens	S	$A / V$	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
fluxo de indução magnética	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indução magnética	tesla	T	$Wb / m^2$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indutância	henry	H	$Wb / A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
temperatura Celsius	grau Celsius <sup>(d)</sup>	°C	$\Omega$	K
fluxo luminoso	lúmen	lm	$cd \cdot sr^{(c)}$	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
iluminamento	lux	lx	$lm/m^2$	$m^{-2} \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
atividade (de um radionucleico)	becquerel	Bq		$s^{-1}$
dose absorvida, energia específica, (comunicada), kerma	gray	Gy	$J / kg$	$m^2 \cdot s^{-2}$
equivalente de dose, equivalente de dose ambiente, equivalente de dose direcional, equivalente de dose individual, dose equivalente num órgão	sievert	Sv	$J / kg$	$m^2 \cdot s^{-2}$

Existem ainda outras grandezas que são derivadas com nomes que compreendem unidades derivadas e nomes especiais.

GRANDEZA	UNIDADE SI DERIVADA		
	NOME	SÍMBOLO	EXPRESSÃO EM UNIDADES SI DE BASE
viscosidade dinâmica	pascal segundo	Pa . s	$m^{-1} . kg . s^{-1}$
momento de uma força	newton metro	N . m	$m^2 . kg . s^{-2}$
tensão superficial	newton por metro	N / m	$kg . s^{-2}$
velocidade angular	radiano por segundo	rad / s	$m . m^{-1} . s^{-1} = s^{-1}$
aceleração angular	radiano por segundo quadrado	rad / s <sup>2</sup>	$m . m^{-1} . s^{-2} = s^{-2}$
fluxo térmico superficial, iluminamento energético	watt por metro quadrado	W / m <sup>2</sup>	$kg . s^{-3}$
capacidade térmica, entropia	joule por kelvin	J / K	$m^2 . kg . s^{-2} . K^{-1}$
capacidade térmica específica, entropia específica	joule por quilograma kelvin	J / (kg . K)	$m^2 . s^{-2} . K^{-1}$
energia mássica	joule por quilograma	J / kg	$m^2 . s^{-2}$
condutividade térmica	watt por metro kelvin	W / (m . K)	$m . kg . s^{-3} . K^{-1}$
densidade de energia	joule por metro cúbico	J / m <sup>3</sup>	$m^{-1} . kg . s^{-2}$
campo elétrico	volt por metro	V / m	$m . kg . s^{-3} . A^{-1}$
densidade de carga (elétrica)	coulomb por metro cúbico	C / m <sup>3</sup>	$m^{-3} . s . A$
densidade de fluxo elétrico	coulomb por metro quadrado	C / m <sup>2</sup>	$m^{-2} . s . A$
permissividade	farad por metro	F / m	$m^{-3} . kg^{-1} . s^4 . A^2$
permeabilidade	henry por metro	H / m	$m . kg . s^{-2} . A^{-2}$
energia molar	joule por mol	J / mol	$m^{-2} . kg . s^{-2} . mol^{-1}$
entropia molar,	joule por mol kelvin	J / (mol . K)	$m^2 . kg . s^{-2} . K^{-1} . mol^{-1}$
capacidade térmica molar			
exposição (raio X e $\gamma$ )	coulomb por quilograma	C / kg	$kg^{-1} . s . A$
taxa de dose absorvida	gray por segundo	Gy / s	$m^2 . s^{-3}$
intensidade energética	watt por esterradiano	W / sr	$m^4 . m^{-2} . kg . s^{-3} = m^2 . kg . s^{-3}$
luminância energética	watt por metro quadrado esterradiano	W / (m <sup>2</sup> . sr)	$m^2 . m^{-2} . kg . s^{-3} = kg . s^{-3}$

Existem ainda unidades fora do SI, nas tabelas abaixo você pode observar algumas delas e suas principais transformações.

As unidades fora do SI são chamadas de unidades usuais, ou seja, são muito comuns no dia a dia. Observe já pensou se tivéssemos que dizer sempre que um jogo de futebol dura aproximadamente 5.400s, apenas para não dizer o tempo fora da unidade SI. É muito mais usual e comum dizer que ele dura 90min.



NOME	SÍMBOLO	VALOR EM UNIDADE SI
minuto	min	1 min = 60s
hora <sup>(a)</sup>	h	1 h = 60 min = 3.600s
dia	d	1 d = 24 h = 86.400s
grau <sup>(b)</sup>	°	1° = (π / 180) rad
minuto	'	1' = (1/60)° = (π / 10 800) rad
segundo	''	1'' = (1/60)' = (π / 648 000) rad
litro <sup>(c)</sup>	l, L	1l = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
tonelada <sup>(d), (e)</sup>	t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg
neper <sup>(f), (h)</sup>	Np	1 Np = 1
bel <sup>(g), (h)</sup>	B	1B = (1/2) ln 10 (Np) <sup>(i)</sup>

NOME	SÍMBOLO	DEFINIÇÃO	VALOR EM UNIDADES SI
eletronvolt <sup>(a)</sup>	eV	<sup>(b)</sup>	1 eV = 1,602 177 33 (49) x 10 <sup>-19</sup> J
unidade (unificada) de massa atômica	u	<sup>(c)</sup>	1 u = 1,660 540 2 (10) x 10 <sup>-27</sup> kg
unidade astronômica	ua	<sup>(d)</sup>	1 ua = 1,495 978 706 91 (30) x 10 <sup>11</sup> m

NOME	SÍMBOLO	VALOR EM UNIDADE SI
milha marítima <sup>(a)</sup>		1 milha marítima = 1 852m
nó		1 milha marítima por hora = (1 852/3 600)m/s
angström	Å	1 Å = 0,1 nm = 10 <sup>-10</sup> m
are <sup>(b)</sup>	a	1 a = 1dam <sup>2</sup> = 10 <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
hectare <sup>(b)</sup>	ha	1ha = 1hm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
barn <sup>(c)</sup>	b	1 b = 100fm <sup>2</sup> = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
bar <sup>(d)</sup>	bar	1bar = 0,1MPa = 100kPa = 1000hPa = 10 <sup>5</sup> Pa

Existem outros sistemas que não são considerados internacionais. Entre eles temos o CGS.



NOME	SÍMBOLO	VALOR EM UNIDADE SI
erg <sup>(a)</sup>	erg	1 erg = 10 <sup>-7</sup> J
dina <sup>(a)</sup>	dyn	1 dyn = 10 <sup>-5</sup> N
poise <sup>(a)</sup>	P	1 P = 1 dyn.s/cm <sup>2</sup> = 0,1Pa.s
stokes	St	1 St = 1 cm <sup>2</sup> /s = 10 <sup>-4</sup> m <sup>2</sup> /s
gauss <sup>(b)</sup>	G	1G ≙ 10 <sup>-4</sup> T
oersted <sup>(b)</sup>	Oe	1 Oe ≙ (1000/4π) A/m
maxwell <sup>(b)</sup>	Mx	1 Mx ≙ 10 <sup>-8</sup> Wb
stilb <sup>(a)</sup>	sb	1 sb = 1cd/cm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> cd/m <sup>2</sup>
phot	ph	1 ph = 10 <sup>4</sup> lx
gal <sup>(c)</sup>	Gal	1 Gal = 1cm/s <sup>2</sup> = 10 <sup>-2</sup> m/s <sup>2</sup>

A transformação das unidades será feita de modo a utilizarmos as potências de dez correspondentes a cada prefixo. Veja a tabela abaixo em que são mostrados vários prefixos e as respectivas potências de dez. Vamos, portanto, aprender a trabalhar com potências de dez através das tabelas de prefixos abaixo. Você verá que vale muito mais a pena do que ficar decorando aquelas tabelinhas de km, Hm, Dm, m, dm, cm, mm,...

Esqueça isso, pois estamos preparando você para passar.

TABELA I

Potência ou fator	Prefixo	Símbolo	Nome Comum
10 <sup>(10<sup>100</sup>)</sup>			googleplex
10 <sup>100</sup>			googol
10 <sup>24</sup>	iota	Y	septilhão
10 <sup>21</sup>	zeta	Z	sextilhão
10 <sup>18</sup>	exa	E	quintilhão
10 <sup>15</sup>	peta	P	quadrilhão
10 <sup>12</sup>	tera	T	trilhão
10 <sup>9</sup>	giga	G	bilhão
10 <sup>6</sup>	mega	M	milhão
10 <sup>3</sup>	quilo	k	mil
10 <sup>2</sup>	hecto	h	cem

TABELA II



Potência ou fator	Prefixo	Símbolo	Nome Comum
$10^1$	deca	da	dez
$10^{-1}$	deci	d	décimo
$10^{-2}$	centi	c	centésimo
$10^{-3}$	mili	m	milésimo
$10^{-6}$	micro	$\mu$	milionésimo
$10^{-9}$	nano	n	bilionésimo
$10^{-12}$	pico	p	trilionésimo
$10^{-15}$	femto	f	quadrilionésimo
$10^{-18}$	ato	a	quintilionésimo
$10^{-21}$	zepto	z	sextilionésimo
$10^{-24}$	iocto	y	septilionésimo

Exemplos de transformação de unidades de comprimento, de tempo e massa vocês observam nas tabelas abaixo:

#### Exemplos, comprimento

- $1 \text{ cm} \equiv 1 \text{ centímetro} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $1 \text{ km} \equiv 1 \text{ quilômetro} = 1 \times 10^3 \text{ m}$
- $1,74 \text{ cm} = 1,74 \times 10^{-2} \text{ m} = 17,4 \times 10^{-3} \text{ m}$
- $200 \text{ km} = 200 \times 10^3 \text{ m} = 200 \times 10^6 \text{ mm} = 200 \times 10^9 \mu\text{m}$

#### Exemplo, tempo

- $25,0 \mu\text{s} = 25,0 \times 10^{-6} \text{ s} = 25,0 \times 10^3 \text{ ns}$
- $1,0 \text{ d} = 24 \text{ h} = 3,6 \times 10^3 \text{ s}$



### Exemplos, massa

- $1,000 \text{ kg} \equiv 1,000 \text{ quilograma} = 1000 \text{ g}$
- $1 \text{ t} \equiv 1 \text{ tonelada} = 1 \times 10^3 \text{ kg}$
- $2,50 \text{ kg} = 2,50 \times 10^3 \text{ g} = 25,0 \times 10^2 \text{ g} = 2,50 \times 10^{-3} \text{ t}$
- $1,70 \text{ t} = 1,70 \times 10^3 \text{ kg} = 1,70 \times 10^6 \text{ g} = 1,70 \text{ Mg}$
- $200 \text{ g} = 200 \times 10^{-3} \text{ kg} = 0,200 \text{ kg}$

## 10. QUESTÕES SEM COMENTÁRIOS

**01. (ENEM – 2003)** Dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais mostraram o processo de devastação sofrido pela Região Amazônica entre agosto de 1999 e agosto de 2000. Analisando fotos de satélites, os especialistas concluíram que, nesse período, sumiu do mapa um total de 20 000 quilômetros quadrados de floresta. Um órgão de imprensa noticiou o fato com o seguinte texto:

*O assustador ritmo de destruição é de um campo de futebol a cada oito segundos.*

Considerando que um ano tem aproximadamente  $32 \times 10^6 \text{ s}$  (trinta e dois milhões de segundos) e que a medida da área oficial de um campo de futebol é aproximadamente  $10^{-2} \text{ km}^2$  (um centésimo de quilômetro quadrado), as informações apresentadas nessa notícia permitem concluir que tal ritmo de desmatamento, em um ano, implica a destruição de uma área de

- (A)  $10\,000 \text{ km}^2$ , e a comparação dá a ideia de que a devastação não é tão grave quanto o dado numérico nos indica.
- (B)  $10\,000 \text{ km}^2$ , e a comparação dá a ideia de que a devastação é mais grave do que o dado numérico nos indica.
- (C)  $20\,000 \text{ km}^2$ , e a comparação retrata exatamente o ritmo da destruição.
- (D)  $40\,000 \text{ km}^2$ , e o autor da notícia exagerou na comparação, dando a falsa impressão de gravidade a um fenômeno natural.
- (E)  $40\,000 \text{ km}^2$  e, ao chamar a atenção para um fato realmente grave, o autor da notícia exagerou na comparação.



**02. (ENEM – 2002)** Os números e cifras envolvidos, quando lidamos com dados sobre produção e consumo de energia em nosso país, são sempre muito grandes. Apenas no setor residencial, em um único dia, o consumo de energia elétrica é da ordem de 200 mil MWh. Para avaliar esse consumo, imagine uma situação em que o Brasil não dispusesse de hidrelétricas e tivesse de depender somente de termoelétricas, onde cada kg de carvão, ao ser queimado, permite obter uma quantidade de energia da ordem de 10 kWh. Considerando que um caminhão transporta, em média, 10 toneladas de carvão, a quantidade de caminhões de carvão necessária para abastecer as termoelétricas, a cada dia, seria da ordem de

- (A) 20.
- (B) 200.
- (C) 1.000.
- (D) 2.000.
- (E) 10.000.

**03. (UCS-RS)** Atualmente, diversas empresas têm disponibilizado alimentos menos calóricos. Dizer que um alimento tem menos calorias significa que ele apresenta menor quantidade de

- a) watts.
- b) newtons.
- c) pascals.
- d) joules.
- e) amperes.

**04. (UECE-CE)** O nanograma é um submúltiplo do grama equivalente a:

- a)  $10^{-12}$  g
- b)  $10^{-9}$  g
- c)  $10^{-10}$  g
- d)  $10^9$  g
- e)  $10^{12}$  g

**05. (FATEC-SP)** O kWh é unidade usual da medida de consumo de energia elétrica, um múltiplo do joule, que é a unidade do Sistema Internacional. O fator que relaciona estas unidades é:

- a)  $1,0 \cdot 10^3$
- b)  $3,6 \cdot 10^3$
- c)  $9,8 \cdot 10^3$
- d)  $3,6 \cdot 10^6$
- e) 9,8

**06. (FATEC- SP/2010)** “Para se ter uma noção do universo nanométrico, no qual a dimensão da física é representada pelo prefixo nano, 1 nm equivale aproximadamente ao comprimento de dez átomos enfileirados. Um nanotubo de carbono tem um diâmetro da ordem de 10 nm. A dimensão de uma molécula de DNA situa-se na escala de 100 nm e é pouco menor que a de um vírus. As hemácias, que são as células vermelhas do sangue, são da ordem de 10 micrômetros ( $10 \mu\text{m}$ ) ou 10 000 nm. O diâmetro de um fio de cabelo pode medir cerca de 100 000 nm.”

(TOMA, Henrique E. O mundo nanométrico: a dimensão do novo século. São Paulo: Oficina de textos, 2004. p.13 adaptado.)

De acordo com o texto e com as medidas aproximadas, é correto afirmar que

- a) um nanotubo de carbono é cem mil vezes mais fino do que um fio de cabelo.
- b) são necessários cem mil átomos enfileirados para compor o diâmetro de um fio de cabelo.
- c) na escala mencionada no texto, um micrômetro ( $1 \mu\text{m}$ ) equivale a 100 nanômetros (100 nm).
- d) as hemácias são, aproximadamente, 10 vezes maiores do que os vírus.
- e) o diâmetro de um fio de cabelo tem aproximadamente  $100 \mu\text{m}$ .

**07. (UFPR/PR-2011)** Sobre grandezas físicas, unidades de medida e suas conversões, considere as igualdades abaixo representadas:

1.  $6 \text{ m}^2 = 60.000 \text{ cm}^2$ .



2.  $216 \text{ km/h} = 60 \text{ m/s}$ .
3.  $3000 \text{ m}^3 = 30 \text{ litros}$ .
4.  $7200 \text{ s} = 2 \text{ h}$ .
5.  $2,5 \times 10^5 \text{ g} = 250 \text{ kg}$ .

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as igualdades representadas em 1, 2 e 4 são verdadeiras.
- b) Somente as igualdades representadas em 1, 2, 4 e 5 são verdadeiras.
- c) Somente as igualdades representadas em 1, 2, 3 e 5 são verdadeiras.
- d) Somente as igualdades representadas em 4 e 5 são verdadeiras.

**08. (PUC-RIO)** O volume do tanque de combustível de um Boeing 767 é de 90.000 L. Sabemos que a queima de 1 litro deste combustível de aviação libera 35,0 MJ da energia (um Mega Joule equivale a um milhão de Joules). Por outro lado, a explosão de um kiloton de dinamite (mil toneladas de TNT) libera  $4,2 \times 10^{12} \text{ J}$  de energia. Se o tanque de combustível do Boeing, por um terrível acidente, explodisse, equivaleria a quantos kilotons de TNT?

- a) 1,34
- b) 0,75
- c)  $7,5 \times 10^2$
- d)  $1,34 \times 10^3$
- e)  $1,08 \times 10^7$

**09. (UERJ)** O acelerador de íons pesados relativísticos de Brookhaven (Estados Unidos) foi inaugurado com a colisão entre dois núcleos de ouro, liberando uma energia de 10



trilhões de elétrons-volt. Os cientistas esperam, em breve, elevar a energia a 40 trilhões de elétrons-volt, para simular as condições do Universo durante os primeiros microssegundos após o "Big Bang." ("Ciência Hoje", setembro de 2000) Sabendo que 1 elétron-volt é igual a  $1,6 \times 10^{-19}$  joules, a ordem de grandeza da energia, em joules, que se espera atingir em breve, com o acelerador de Brookhaven, é:

- a)  $10^{-8}$  b)  $10^{-7}$  c)  $10^{-6}$  d)  $10^{-5}$

**10. (UFPE)** O fluxo total de sangue na grande circulação, também chamado de débito cardíaco, faz com que o coração de um homem adulto seja responsável pelo bombeamento, em média, de 20 litros por minuto. Qual a ordem de grandeza do volume de sangue, em litros, bombeado pelo coração em um dia?

- a)  $10^2$  b)  $10^3$  c)  $10^4$  d)  $10^5$  e)  $10^6$

**11. (UFPI)** A superfície do Estado do Piauí mede cerca de 252.000 quilômetros quadrados ( $\text{km}^2$ ). A precipitação pluviométrica média, anual, no Estado, é de cerca de 800mm. Isto significa que o valor médio do volume de água que o Piauí recebe por ano, sob a forma de chuvas, é de 200 quilômetros cúbicos ( $\text{km}^3$ ). Esse volume, expresso em bilhões de metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), vale:

- a) 2000 b) 200 c) 20 d) 2,0 e) 0,2

**12. (UFRRJ)** Uma determinada marca de automóvel possui um tanque de gasolina com volume igual a 54 litros. O manual de apresentação do veículo informa que ele pode percorrer 12 km com 1 litro. Supondo-se que as informações do fabricante sejam verdadeiras, a ordem de grandeza da distância, medida em metros, que o automóvel pode percorrer, após ter o tanque completamente cheio, sem precisar reabastecer, é de

- a)  $10^0$ . b)  $10^2$ . c)  $10^3$ . d)  $10^5$ . e)  $10^6$ .

**13. (FEI)** A massa do sol é cerca de  $1,99 \cdot 10^{30} \text{kg}$ . A massa do átomo de hidrogênio, constituinte principal do sol é  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ . Quantos átomos de hidrogênio há aproximadamente no sol?

- a)  $1,5 \cdot 10^{-57}$  átomos  
b)  $1,2 \cdot 10^{57}$  átomos



- c)  $1,5 \cdot 10^{57}$  átomos
- d)  $1,2 \cdot 10^{-57}$  átomos
- e)  $1,2 \cdot 10^3$  átomos

**14. (UFPE)** Qual a ordem de grandeza, em km/h, da velocidade orbital da Terra em torno do Sol? A distância média da Terra ao Sol é  $1,5 \times 10^8$  km.

- a)  $10^6$
- b)  $10^5$
- c)  $10^4$
- d)  $10^3$
- e)  $10^2$

**15. (UNITAU)** As unidades de comprimento, massa e tempo no Sistema Internacional de unidades são, respectivamente, o metro(m) o quilograma(kg) e o segundo(s). Podemos afirmar que, nesse sistema de unidades, a unidade de força é:

- a) kg.m/s. b) kg.m/s<sup>2</sup>. c) kg<sup>2</sup>.m/s. d) kg.m<sup>2</sup>/s e) kg.s/m.

**16. (UFPE)** Em um hotel com 200 apartamentos o consumo médio de água por apartamento é de 100 litros por dia. Qual a ordem de grandeza do volume que deve ter o reservatório do hotel, em metros cúbicos, para abastecer todos os apartamentos durante um dia?

- a)  $10^1$  b)  $10^2$  c)  $10^3$  d)  $10^4$  e)  $10^5$

**17. (PUC-RJ/2008)** Um veleiro deixa o porto navegando 70 km em direção leste. Em seguida, para atingir seu destino, navega mais 100 km na direção nordeste. Desprezando a curvatura da terra e admitindo que todos os deslocamentos são coplanares, determine o deslocamento total do veleiro em relação ao porto de origem.

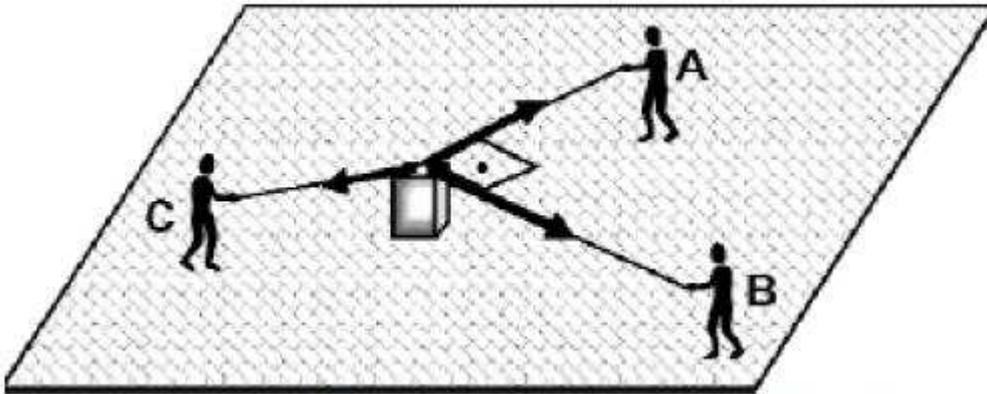
(Considere  $\sqrt{2} = 1,40$  e  $\sqrt{5} = 2,20$ )

- a) 106 Km
- b) 34 Km
- c) 157 Km
- d) 284 Km



e) 217 Km

**18. (Mack-SP/2005)** Os garotos A e B da figura puxam, por meio de cordas, uma caixa de 40kg, que repousa sobre uma superfície horizontal, aplicando forças paralelas a essa superfície e perpendiculares entre si, de intensidades 160N e 120N, respectivamente. O garoto C, para impedir que a caixa se desloque, aplica outra força horizontal, em determinada direção e sentido.



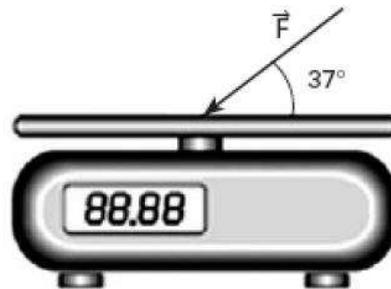
Desprezando o atrito entre a caixa e a superfície de apoio, a força aplicada pelo garoto C tem intensidade de

- a) 150N
- b) 160N
- c) 180N
- d) 190N
- e) 200N

**19. (UFF-RJ)** Dentre as grandezas físicas relacionadas a seguir, assinale a que é escalar:

- a) corrente elétrica
- b) impulso
- c) campo elétrico
- d) empuxo
- e) velocidade

**20. (UNIFESP-2006)** Suponha que um comerciante inescrupuloso aumente o valor assinalado pela sua balança, empurrando sorrateiramente o prato para baixo com uma força  $F$  de módulo  $5,0\text{N}$ , na direção e sentido indicados na figura.

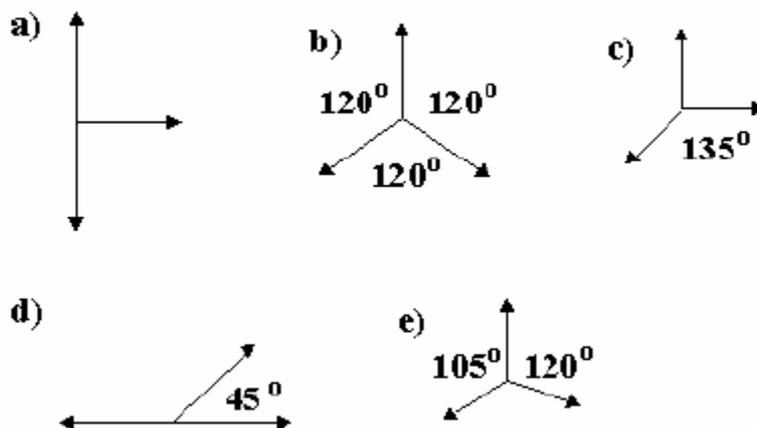


Dados:  $\sin 37^\circ = 0,60$ ;  $\cos 37^\circ = 0,80$ ;  $g = 10\text{m/s}^2$

Com essa prática, ele consegue fazer com que uma mercadoria de massa  $1,5\text{kg}$  seja medida por essa balança como se tivesse massa de

- a)  $3,0\text{kg}$ .
- b)  $2,4\text{kg}$ .
- c)  $2,1\text{kg}$ .
- d)  $1,8\text{kg}$ .
- e)  $1,7\text{kg}$ .

**21. (MACK – SP)** Um corpo, que está sob a ação de 3 forças coplanares de mesmo módulo, está em equilíbrio. Assinale a alternativa na qual esta situação é possível.



**22. (CPS 2016)** Vertedouro é um canal artificial com a finalidade de conduzir a água através de uma barreira. Nas usinas hidrelétricas os vertedouros são importantes, pois escoam o excesso de água, regulando, assim, seu nível. A capacidade máxima de escoamento do vertedouro da usina de Itaipu é de  $62.200 \text{ m}^3 / \text{s}$ , 40 vezes a vazão média das Cataratas do Iguaçu.

<<https://www.tinyurl.com/hzbz7ou>> Acesso em: 29.02.2016. Adaptado.



<<http://tinyurl.com/ybhugd>> Acesso em: 29.02.2016. Original colorido.

Sobre o texto, é correto concluir que a vazão média das Cataratas do Iguaçu é, em  $\text{m}^3 / \text{min}$ ,

- a) 10.337.
- b) 29.033.
- c) 50.373.
- d) 74.330.
- e) 93.300.

**23. (Fuvest 2016)** Uma gota de chuva se forma no alto de uma nuvem espessa. À medida que vai caindo dentro da nuvem, a massa da gota vai aumentando, e o incremento de massa  $\Delta m$ , em um pequeno intervalo de tempo  $\Delta t$ , pode ser aproximado pela expressão:  $\Delta m = \alpha v S \Delta t$ , em que  $\alpha$  é uma constante,  $v$  é a velocidade da gota, e  $S$ , a área de sua superfície. No sistema internacional de unidades (SI) a constante  $\alpha$  é

- a) expressa em  $\text{kg} \cdot \text{m}^3$



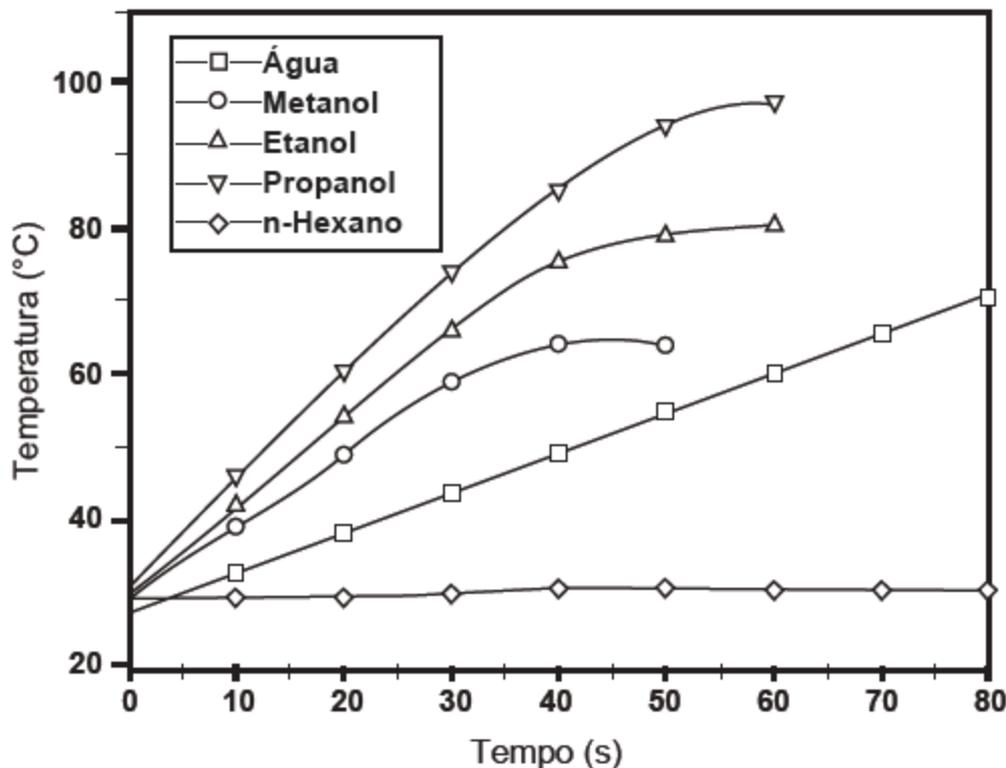
- b) expressa em  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- c) expressa em  $\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{kg}^{-1}$
- d) expressa em  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- e) adimensional.

**24. (IFSP 2016)** Mário sabe que sua caixa d'água está com problemas. Para a realização do reparo, foi dito a ele que a caixa d'água deveria estar, no máximo, com 625 mil centímetros cúbicos de água, o que representa um volume máximo de:

- a) 62,5 litros.
- b) 6,25 litros.
- c) 0,625 litros.
- d) 625 litros.
- e) 6.250 litros.

**25. (ENEM – 2016)** O aquecimento de um material por irradiação com micro-ondas ocorre por causa da interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula. Um importante atributo do aquecimento por micro-ondas é a absorção direta da energia pelo material a ser aquecido. Assim, esse aquecimento é seletivo e dependerá, principalmente, da constante dielétrica e da frequência de relaxação do material. O gráfico mostra a taxa de aquecimento de cinco solventes sob irradiação de micro-ondas.





BARBOZA, A. C. R. N. et al. Aquecimento em forno de micro-ondas. Desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Química Nova*, n. 6, 2001 (adaptado).

No gráfico, qual solvente apresenta taxa média de aquecimento mais próxima de zero, no intervalo de 0 s a 40 s?

- A.  $H_2O$
- B.  $CH_3OH$
- C.  $CH_3CH_2OH$
- D.  $CH_3CH_2CH_2OH$
- E.  $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

**26. (Enem 2ª aplicação 2016)** O quadro apresenta o consumo médio urbano de veículos do mesmo porte que utilizam diferentes combustíveis e seus respectivos preços. No caso do carro elétrico, o consumo está especificado em termos da distância percorrida em função da quantidade de energia elétrica gasta para carregar suas baterias.



Combustível	Consumo na cidade	Preço* (R\$)
Eletricidade	6 km/kWh	0,40/kWh
Gasolina	13 km/L	2,70/L
Diesel	12 km/L	2,10/L
Etanol	9 km/L	2,10/L
Gás natural	13 km/m <sup>3</sup>	1,60/m <sup>3</sup>

\* Valores aferidos em agosto de 2012.

Considerando somente as informações contidas no quadro, o combustível que apresenta o maior custo por quilômetro rodado é o(a)

- a) diesel.
- b) etanol.
- c) gasolina.
- d) eletricidade.
- e) gás natural.

**27. (Enem 2018)** O carro flex é uma realidade no Brasil. Estes veículos estão equipados com motor que tem a capacidade de funcionar com mais de um tipo de combustível. No entanto, as pessoas que têm esse tipo de veículo, na hora do abastecimento, têm sempre a dúvida: álcool ou gasolina? Para avaliar o consumo desses combustíveis, realizou-se um percurso com um veículo flex, consumindo 40 litros de gasolina e no percurso de volta utilizou-se etanol. Foi considerado o mesmo consumo de energia tanto no percurso de ida quanto no de volta.

O quadro resume alguns dados aproximados sobre esses combustíveis.



<b>Combustível</b>	<b>Densidade</b> (g mL <sup>-1</sup> )	<b>Calor de combustão</b> (kcal g <sup>-1</sup> )
Etanol	0,8	-6
Gasolina	0,7	-10

O volume de etanol combustível, em litro, consumido no percurso de volta é mais próximo de

- a) 27.
- b) 32.
- c) 37.
- d) 58.
- e) 67.



## 11. QUESTÕES COMENTADAS

**01. (ENEM – 2003)** Dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais mostraram o processo de devastação sofrido pela Região Amazônica entre agosto de 1999 e agosto de 2000. Analisando fotos de satélites, os especialistas concluíram que, nesse período, sumiu do mapa um total de 20 000 quilômetros quadrados de floresta. Um órgão de imprensa noticiou o fato com o seguinte texto:

*O assustador ritmo de destruição é de um campo de futebol a cada oito segundos.*

Considerando que um ano tem aproximadamente  $32 \times 10^6$  s (trinta e dois milhões de segundos) e que a medida da área oficial de um campo de futebol é aproximadamente  $10^{-2}$  km<sup>2</sup> (um centésimo de quilômetro quadrado), as informações apresentadas nessa notícia permitem concluir que tal ritmo de desmatamento, em um ano, implica a destruição de uma área de

- (A) 10 000 km<sup>2</sup>, e a comparação dá a ideia de que a devastação não é tão grave quanto o dado numérico nos indica.
- (B) 10 000 km<sup>2</sup>, e a comparação dá a ideia de que a devastação é mais grave do que o dado numérico nos indica.
- (C) 20 000 km<sup>2</sup>, e a comparação retrata exatamente o ritmo da destruição.
- (D) 40 000 km<sup>2</sup>, e o autor da notícia exagerou na comparação, dando a falsa impressão de gravidade a um fenômeno natural.
- (E) 40 000 km<sup>2</sup> e, ao chamar a atenção para um fato realmente grave, o autor da notícia exagerou na comparação.

**Resposta: item E.**

**Comentários:**

Nessa questão o tema envolvido foi o de relações entre grandezas. Mais precisamente grandezas diretamente proporcionais, como é o caso da área desmatada e do tempo. Assim, vamos fazer uma regra de três, que é o principal assunto que o aluno deve saber tanto na matemática, quanto na física nas questões de relações entre grandezas.

Vamos organizar a regra de três, sabendo que o ritmo de destruição cientificamente comprovado é de 20.000 km<sup>2</sup> em um ano.



$$\frac{20.000\text{km}^2 - 1\text{ano}(32.10^6 \text{ s})}{A - 8\text{s}}$$
$$A = \frac{20.000 \cdot 8}{32.10^6}$$
$$A = 5.10^{-3} = 0,5.10^{-2} \text{ km}^2$$

Veja então que o ritmo corretamente noticiado deveria ser: “**meio campo de futebol a cada segundo**”.

Note que a área que concluímos de acordo com a regra de três é de 0,5 x campo de futebol, ou seja, meio campo de futebol.

A notícia então noticiou o dobro do ritmo, ou seja, a área a ser destruída de acordo com a notícia seria o dobro do real, ou seja, 40.000km<sup>2</sup>.

**02. (ENEM – 2002)** Os números e cifras envolvidos, quando lidamos com dados sobre produção e consumo de energia em nosso país, são sempre muito grandes. Apenas no setor residencial, em um único dia, o consumo de energia elétrica é da ordem de 200 mil MWh. Para avaliar esse consumo, imagine uma situação em que o Brasil não dispusesse de hidrelétricas e tivesse de depender somente de termoelétricas, onde cada kg de carvão, ao ser queimado, permite obter uma quantidade de energia da ordem de 10 kWh. Considerando que um caminhão transporta, em média, 10 toneladas de carvão, a quantidade de caminhões de carvão necessária para abastecer as termoelétricas, a cada dia, seria da ordem de

- (A) 20.
- (B) 200.
- (C) 1.000.
- (D) 2.000.
- (E) 10.000.

**Resposta: item D.**

**Comentário:**



Nessa questão você tem de entender os dois prefixos mencionados no enunciado: M(mega)  $10^6$  e k(kilo)  $10^3$ . Assim, vamos elaborar mais uma regrinha de três, pois estamos diante de grandezas diretamente proporcionais.

Veja que a quantia diária de energia é de 200.000 MWh, portanto a energia é de  $200.000 \times 10^6 \text{Wh}$ .

Cada quilograma de carvão fornece uma energia de  $10 \cdot 10^3 \text{Wh}$ . A quantidade de carvão a ser transportado por cada caminhão é de 10 toneladas, ou seja, 10.000kg, o que implica que cada caminhão fornece  $10.000 \times 10 \cdot 10^3 \text{Wh} = 10^8 \text{Wh}$ .

Assim, para finalizar basta verificar qual a quantidade de caminhões:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ ca min h\~{a}o} - 10^8 \text{Wh} \\ n \quad \quad \quad - 200.000 \cdot 10^6 \text{Wh} \\ \hline n = \frac{200.000 \cdot 10^6}{10^8} \\ A = 2.000 \text{ca min h\~{o}es} \end{array}$$

**03. (UCS-RS)** Atualmente, diversas empresas têm disponibilizado alimentos menos calóricos. Dizer que um alimento tem menos calorias significa que ele apresenta menor quantidade de

- a) watts.
- b) newtons.
- c) pascais.
- d) joules.
- e) amperes.

**Resposta: item D.**

**Comentários:**



A grandeza envolvida no caso da questão é energia, pois estamos falando do valor energético do alimento. Veja abaixo uma figura em que temos um rótulo de um alimento.



INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 145 g (1 unidade)		
Quantidade por porção		
		% VD (*)
Valor energético	414 kcal = 1739kJ	21%
Carboidratos	34g	11%
Proteínas	22g	29%
Gorduras totais	21g	38%
Gorduras saturadas	6,6g	30%
Gorduras trans	1,3g	**
Colesterol	30mg	10%
Fibra alimentar	1,7g	7%
Cálcio	123mg	12%
Ferro	1,9mg	14%
Sódio	1021mg	43%

\*% Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\* VD não estabelecido.

Veja que que a primeira informação é o valor energético, que está quantificado em kcal (quilocalorias) e kJ(quilojoules), ou seja, trata-se de uma informação relativa ao valor de energia que temos acumulada numa porção do alimento.

**04. (UECE-CE)** O nanograma é um submúltiplo do grama equivalente a:

- a)  $10^{-12}$  g
- b)  $10^{-9}$  g
- c)  $10^{-10}$  g
- d)  $10^9$  g
- e)  $10^{12}$  g

**Resposta: item B.**

**Comentário:**

Meus caros alunos, essa é mais uma questão que envolve a tecnologia do nosso dia a dia. Estamos falando de um submúltiplo muito comum no mundo da tecnologia moderna. É frequente a menção ao termo **nanotecnologia** nas inovações da internet, dos smartphones, dos computadores, etc.

O prefixo acima equivale a uma fração de um bilionésimo, ou seja,  **$10^{-9}$** .



Vale a pena memorizar a tabela de prefixos abaixo:

Potência ou fator	Prefixo	Símbolo	Nome Comum
$10^1$	deca	da	dez
$10^{-1}$	deci	d	décimo
$10^{-2}$	centi	c	centésimo
$10^{-3}$	mili	m	milésimo
$10^{-6}$	micro	$\mu$	milionésimo
$10^{-9}$	nano	n	bilionésimo
$10^{-12}$	pico	p	trilionésimo
$10^{-15}$	femto	f	quadrilionésimo
$10^{-18}$	ato	a	quintilionésimo
$10^{-21}$	zepto	z	sextilionésimo
$10^{-24}$	iocto	y	septilionésimo

**05. (FATEC-SP)** O kWh é unidade usual da medida de consumo de energia elétrica, um múltiplo do joule, que é a unidade do Sistema Internacional. O fator que relaciona estas unidades é:

- a)  $1,0 \cdot 10^3$
- b)  $3,6 \cdot 10^3$
- c)  $9,8 \cdot 10^3$
- d)  $3,6 \cdot 10^6$
- e) 9,8

**Resposta: item D.**

**Comentário:**

No caso da questão acima temos uma unidade muito comum que é o kWh, presente nas famosas contas de luz, na verdade é uma unidade de energia muito comum no estudo da eletricidade.



O que você precisa saber é que um kwh é na verdade 1.000 Wh, basta lembrar do significado do prefixo "k".

**Agora vamos lembrar que  $W = J/s$ .** É uma unidade de potência, que expressa a rapidez com a qual a energia é consumida.

Vamos então organizar isso matematicamente:

$$1\text{kWh} = 1.000\text{Wh} = 1.000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 1\text{h}$$

$$1\text{kWh} = 1.000 \frac{\text{J}}{\cancel{\text{s}}} \cdot 3.600 \cancel{\text{s}} = 3600 \cdot 1000$$

$$1\text{kWh} = 3,6 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ (transformando em notação científica)}$$

$$1\text{kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

**06. (FATEC- SP/2010)** "Para se ter uma noção do universo nanométrico, no qual a dimensão da física é representada pelo prefixo nano, 1 nm equivale aproximadamente ao comprimento de dez átomos enfileirados. Um nanotubo de carbono tem um diâmetro da ordem de 10 nm. A dimensão de uma molécula de DNA situa-se na escala de 100 nm e é pouco menor que a de um vírus. As hemácias, que são as células vermelhas do sangue, são da ordem de 10 micrômetros (10 $\mu$ m) ou 10 000 nm. O diâmetro de um fio de cabelo pode medir cerca de 100 000 nm."

(TOMA, Henrique E. O mundo nanométrico: a dimensão do novo século. São Paulo: Oficina de textos, 2004. p.13 adaptado.)

De acordo com o texto e com as medidas aproximadas, é correto afirmar que

a) um nanotubo de carbono é cem mil vezes mais fino do que um fio de cabelo.

**Comentário: item incorreto.**

A medida do nanotubo de carbono é de 10nm e a do fio de cabelo é de 100.000nm, ou seja, se dividirmos o segundo valor do primeiro, vamos obter 10.000 vezes, ou seja, o



fio de cabelo é 10.000 vezes maior que o nanotubo de carbono, ou, o nanotubo de carbono é 10.000 vezes mais fino que o fio de cabelo.

b) são necessários cem mil átomos enfileirados para compor o diâmetro de um fio de cabelo.

**Comentário: item incorreto.**

1nm equivale a 10 átomos enfileirados, portanto, cem mil átomos enfileirados resultam em equivaleria a:

$$\begin{array}{l} 100.000 \text{ átomos} - x \\ 10 \text{ átomos} - 1\text{nm} \\ x = 10.000\text{nm} \end{array}$$

Veja, portanto, que 100.000 átomos resultam em 10.000nm de tamanho, o que é, ainda, inferior ao tamanho do diâmetro do fio de cabelo.

c) na escala mencionada no texto, um micrômetro ( $1 \mu\text{m}$ ) equivale a 100 nanômetros (100 nm).

**Comentário: item incorreto.**

Aqui você precisará lembrar mais uma vez dos conceitos e prefixos aprendidos na parte teórica. Lembre-se de memorizar a tabela de prefixos, no entanto, posso lhe dizer que apenas a prática com muitas questões lhe dará a memorização que você requer, não adianta você querer sair memorizando agora, pois você pode até conseguir memorizar, mas em breve vai esquecer.

$$1\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} = 1000 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1.000\text{nm}$$

d) as hemácias são, aproximadamente, 10 vezes maiores do que os vírus.

**Comentário: item incorreto.**

Se você leu o texto, ficou sabendo que as hemácias possuem tamanho equivalente a 10.000nm, enquanto que os vírus possuem aproximadamente 100 nm, ou seja, temos que multiplicar o tamanho do vírus por 100, para chegar ao tamanho do de uma hemácia.

e) o diâmetro de um fio de cabelo tem aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ .

**Comentário: item correto.**

O diâmetro de um fio de cabelo é de 100.000 nm, ou seja:

$$100.000\text{nm} = 100.000 \cdot 10^{-9} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 100 \mu\text{m}$$

**07. (UFPR/PR-2011)** Sobre grandezas físicas, unidades de medida e suas conversões, considere as igualdades abaixo representadas:

1.  $6 \text{ m}^2 = 60.000 \text{ cm}^2$ .
2.  $216 \text{ km/h} = 60 \text{ m/s}$ .
3.  $3000 \text{ m}^3 = 30 \text{ litros}$ .
4.  $7200 \text{ s} = 2 \text{ h}$ .
5.  $2,5 \times 10^5 \text{ g} = 250 \text{ kg}$ .

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as igualdades representadas em 1, 2 e 4 são verdadeiras.
- b) Somente as igualdades representadas em 1, 2, 4 e 5 são verdadeiras.



c) Somente as igualdades representadas em 1, 2, 3 e 5 são verdadeiras.

d) Somente as igualdades representadas em 4 e 5 são verdadeiras.

**Resposta: item B.**

**Comentário:**

Vamos analisar cada uma das afirmações:

1.  $6 \text{ m}^2 = 60.000 \text{ cm}^2$ . Correto.

$$60.000\text{cm}^2 = 6 \cdot 10^4 \cdot (10^{-2} \text{ m})^2 \text{ (lembre - se de que "c" = } 10^{-2}\text{)}$$

$$60.000\text{cm}^2 = 6 \cdot 10^4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$60.000\text{cm}^2 = 6\text{m}^2$$

2.  $216 \text{ km/h} = 60 \text{ m/s}$ . Correto.

Esse assunto será trabalhado por nós no futuro, mas essa transformação já deve ser familiar para vocês que estudam para o ENEM, veja abaixo como se dá a transformação:

$$216\text{km/h} = \frac{216}{3,6} \text{ m/s} = 60\text{m/s}$$

3.  $3000 \text{ m}^3 = 30 \text{ litros}$ . Incorreto.

Aqui você deve se lembrar que a cada  $1.000 \text{ litros}$  temos  $1 \text{ m}^3$ , portanto, se temos  $3.000 \text{ m}^3$ , isso equivalerá a  $3.000 \times 1000 \text{ litros} = 3.000.000 \text{ litros}$ .

4.  $7200 \text{ s} = 2 \text{ h}$ . Correto.



Lembre-se de que a cada 3.600s temos 1h, assim, 7.200s equivalem a 2h.

5.  $2,5 \times 10^5 \text{ g} = 250 \text{ kg}$ . Correto.

Aqui, basta você lembrar que o prefixo "k" equivale a 1.000.

$$2,5 \cdot 10^5 = 2,5 \cdot 10^2 \cdot 1000 \text{ g} = 2,5 \cdot 10^2 \text{ kg}$$
$$2,5 \cdot 10^5 = 250 \text{ kg}$$

**08. (PUC-RIO)** O volume do tanque de combustível de um Boeing 767 é de 90.000 L. Sabemos que a queima de 1 litro deste combustível de aviação libera 35,0 MJ da energia (um Mega Joule equivale a um milhão de Joules). Por outro lado, a explosão de um kiloton de dinamite (mil toneladas de TNT) libera  $4,2 \times 10^{12} \text{ J}$  de energia. Se o tanque de combustível do Boeing, por um terrível acidente, explodisse, equivaleria a quantos kilotons de TNT?

a) 1,34 b) 0,75 c)  $7,5 \times 10^2$  d)  $1,34 \times 10^3$  e)  $1,08 \times 10^7$

**Resposta: item B.**

**Comentário:**

Vamos calcular a quantidade de energia envolvida na queima de 90.000L de combustível:



$$\begin{aligned} 35 \cdot 10^6 \text{ J} &= 1L \\ x &= 90.000L \\ x &= 35 \cdot 10^6 \times 9 \cdot 10^4 \\ x &= 315 \times 10^{10} \\ x &= 3,15 \times 10^{12} \text{ J} \end{aligned}$$

Agora basta verificar quantas vezes esse valor equivale a energia liberada por um kiloton de TNT:

$$n = \frac{3,15 \times 10^{12} \text{ J}}{4,2 \times 10^{12} \text{ J}} = 0,75$$

**09. (UERJ)** O acelerador de íons pesados relativísticos de Brookhaven (Estados Unidos) foi inaugurado com a colisão entre dois núcleos de ouro, liberando uma energia de 10 trilhões de elétrons-volt. Os cientistas esperam, em breve, elevar a energia a 40 trilhões de elétrons-volt, para simular as condições do Universo durante os primeiros microssegundos após o "Big Bang." ("Ciência Hoje", setembro de 2000) Sabendo que 1 elétron-volt é igual a  $1,6 \times 10^{-19}$  joules, a ordem de grandeza da energia, em joules, que se espera atingir em breve, com o acelerador de Brookhaven, é:

- a)  $10^{-8}$  b)  $10^{-7}$  c)  $10^{-6}$  d)  $10^{-5}$

**Resposta: item D.**

**Comentário:**

Basta calcular a energia em joules, uma vez que foi fornecida em elétron-volt, usando o fator de conversão também fornecido:



Energia :  $40 \cdot 10^{12}$  elétron – volt

$$\text{Energia : } 40 \cdot 10^{12} \text{ elétron – volt} \times \frac{1,6 \times 10^{-19} \text{ J}}{\text{elétron – volt}}$$

$$\text{Energia : } 64 \times 10^{-7} = 6,4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

Como o fator que multiplica a potência de 10 é maior que  $\sqrt{10}$ , então a ordem de grandeza valerá  $10^{-6} \times 10 = 10^{-5}$ .

**10. (UFPE)** O fluxo total de sangue na grande circulação, também chamado de débito cardíaco, faz com que o coração de um homem adulto seja responsável pelo bombeamento, em média, de 20 litros por minuto. Qual a ordem de grandeza do volume de sangue, em litros, bombeado pelo coração em um dia?

a)  $10^2$  b)  $10^3$  c)  $10^4$  d)  $10^5$  e)  $10^6$

**Resposta: item C.**

**Comentário:**

Ora, um dia possui uma quantidade de minutos de  $24 \cdot 60 = 1.440$  minutos.

Assim, o volume total em litros vale  $1.440 \times 20 = 28.800$  litros.

Transformando em notação científica:

$2,88 \times 10^4$  litros.

Como o fator que multiplica a potência de 10 é menor que  $\sqrt{10}$ , então a ordem de grandeza vale  $10^4$ .

**11. (UFPI)** A superfície do Estado do Piauí mede cerca de 252.000 quilômetros quadrados ( $\text{km}^2$ ). A precipitação pluviométrica média, anual, no Estado, é de cerca de 800mm. Isto significa que o valor médio do volume de água que o Piauí recebe por ano,



sob a forma de chuvas, é de 200 quilômetros cúbicos ( $\text{km}^3$ ). Esse volume, expresso em bilhões de metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ), vale:

- a) 2000 b) 200 c) 20 d) 2,0 e) 0,2

**Resposta: item B.**

**Comentário:**

O volume é de  $200\text{km}^3$  de água, o que equivale a  $200 \times (10^3)^3\text{m}^3$ .

Portanto,  $200 \cdot 10^9\text{m}^3$ , mas  $10^9$  equivale a um bilhão, logo, temos um volume total de 200 bilhões de metros cúbicos de água.

Veja que se trata de mais uma questão resolvida rapidamente pela análise da tabela de prefixos.

**12. (UFRRJ)** Uma determinada marca de automóvel possui um tanque de gasolina com volume igual a 54 litros. O manual de apresentação do veículo informa que ele pode percorrer 12 km com 1 litro. Supondo-se que as informações do fabricante sejam verdadeiras, a ordem de grandeza da distância, medida em metros, que o automóvel pode percorrer, após ter o tanque completamente cheio, sem precisar reabastecer, é de

- a)  $10^0$ . b)  $10^2$ . c)  $10^3$ . d)  $10^5$ . e)  $10^6$ .

**Resposta: item D.**

**Comentário:**

A distância total a ser percorrida será dada pelo volume multiplicado pelo consumo.

A distância percorrida será de  $54 \times 12 = 648\text{km} = 6,48 \times 10^2\text{km}$ , ou seja, a ordem de grandeza da distância será de  $10^3\text{km}$ , pois o valor que multiplica a potência de 10 é maior que  $\sqrt{10}$ . Como é solicitada a resposta em metros, então devemos multiplicar por  $10^3$  o resultado, o que dá como resposta: O.G:  $10^5\text{km}$ .



**13. (FEI)** A massa do sol é cerca de  $1,99 \cdot 10^{30} \text{kg}$ . A massa do átomo de hidrogênio, constituinte principal do sol é  $1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ . Quantos átomos de hidrogênio há aproximadamente no sol?

- a)  $1,5 \cdot 10^{-57}$  átomos
- b)  $1,2 \cdot 10^{57}$  átomos
- c)  $1,5 \cdot 10^{57}$  átomos
- d)  $1,2 \cdot 10^{-57}$  átomos
- e)  $1,2 \cdot 10^3$  átomos

**Resposta: item B.**

**Comentário:**

A quantidade de átomos será dada pela divisão da massa do sol, pela massa do átomo:

$$n = \frac{M_{\text{sol}}}{m_{\text{átomo}}} = \frac{1,99 \times 10^{30} \text{ kg}}{1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} / \text{átomo}} = 1,19 \times 10^{57} \text{ átomos}$$

**14. (UFPE)** Qual a ordem de grandeza, em km/h, da velocidade orbital da Terra em torno do Sol? A distância média da Terra ao Sol é  $1,5 \times 10^8 \text{km}$ .

- a)  $10^6$
- b)  $10^5$
- c)  $10^4$
- d)  $10^3$
- e)  $10^2$

**Resposta: item B.**

**Comentário:**



Vamos calcular essa velocidade por meio de uma fórmula lá da aula de gravitação, que é um assunto fascinante, e será estudado com toda a profundidade que merece nas nossas aulas de mecânica.

Você vai precisar ainda da constante de gravitação universal e da massa do Sol.

A velocidade orbital de um corpo que circula outro, como no caso da Terra que circula o Sol, será:

$$V_{\text{orb.}} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$
$$V_{\text{orb.}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 2,0 \cdot 10^{30}}{1,5 \times 10^8 \times 10^3}}$$
$$V_{\text{orb.}} = \sqrt{8,9 \times 10^8} = 2,98 \times 10^4 \text{ m/s} = 1,07 \times 10^5 \text{ km/h}$$

Ordem de grandeza :  $10^5 \text{ km/h}$

**15. (UNITAU)** As unidades de comprimento, massa e tempo no Sistema Internacional de unidades são, respectivamente, o metro(m) o quilograma(kg) e o segundo(s). Podemos afirmar que, nesse sistema de unidades, a unidade de força é:

- a) kg.m/s. b) kg.m/s<sup>2</sup>. c) kg<sup>2</sup>.m/s. d) kg.m<sup>2</sup>/s e) kg.s/m.

**Resposta: item B.**

**Comentário:**

Essa é uma questão de análise dimensional, na qual devemos utilizar alguma fórmula de força, a mais simples que lhe vier à mente, após devemos substituir as letras na fórmula pelas respectivas unidades.



$$F = m.a$$

$$[F] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$$

Veja que se tratava de uma questão bem simples, bastando ter lido a parte teórica da nossa aula.

**16. (UFPE)** Em um hotel com 200 apartamentos o consumo médio de água por apartamento é de 100 litros por dia. Qual a ordem de grandeza do volume que deve ter o reservatório do hotel, em metros cúbicos, para abastecer todos os apartamentos durante um dia?

a)  $10^1$  b)  $10^2$  c)  $10^3$  d)  $10^4$  e)  $10^5$

**Resposta: item A.**

**Comentário:**

Vamos calcular o volume médio de água consumida durante o dia pelos 200 apartamentos.

$$\text{Vol} = 200 \times 100 \text{ litros}$$

$$\text{Vol} = 2,0 \times 10^4 \text{ litros}$$

transformando para  $\text{m}^3$  (dividir por 1.000):

$$\text{Vol} = 2,0 \cdot 10^1 \text{ m}^3 \Rightarrow \text{OG} = 10^1 \text{ m}^3$$

**17. (PUC-RJ/2008)** Um veleiro deixa o porto navegando 70 km em direção leste. Em seguida, para atingir seu destino, navega mais 100 km na direção nordeste. Desprezando a curvatura da terra e admitindo que todos os deslocamentos são coplanares, determine o deslocamento total do veleiro em relação ao porto de origem.

(Considere  $\sqrt{2} = 1,40$  e  $\sqrt{5} = 2,20$ )

a) 106 Km

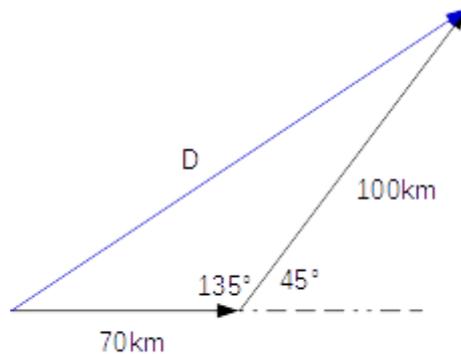


- b) 34 Km
- c) 157 Km
- d) 284 Km
- e) 217 Km

**Resposta: item C.**

**Comentário:**

Vamos elaborar um desenho esquemático para que você tenha noção do que ocorreu na questão:

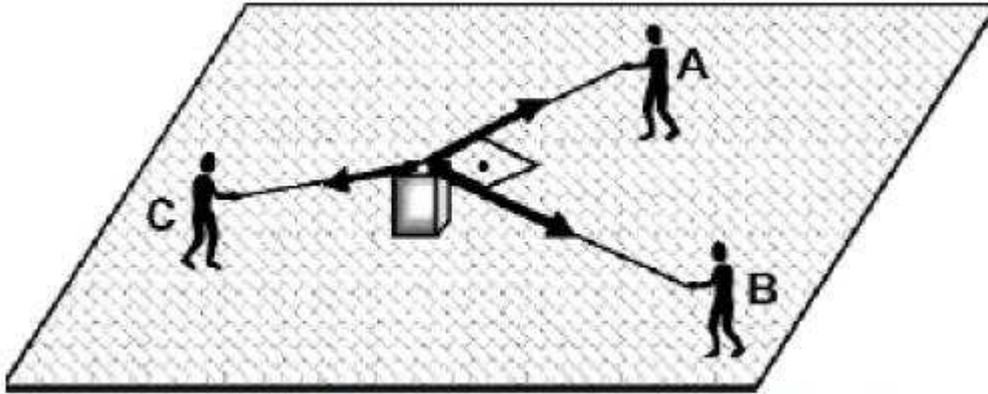


Vamos utilizar a lei dos cossenos da matemática para conseguir encontrar o valor de D:

$$D^2 = 70^2 + 100^2 - 2 \cdot 70 \cdot 100 \cdot \cos 135^\circ$$
$$D^2 = 4.900 + 10.000 - 14.000 \times \left( -\frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$
$$D = 157,1 \text{ km}$$

**18. (Mack-SP/2005)** Os garotos A e B da figura puxam, por meio de cordas, uma caixa de 40kg, que repousa sobre uma superfície horizontal, aplicando forças paralelas

a essa superfície e perpendiculares entre si, de intensidades 160N e 120N, respectivamente. O garoto C, para impedir que a caixa se desloque, aplica outra força horizontal, em determinada direção e sentido.



Desprezando o atrito entre a caixa e a superfície de apoio, a força aplicada pelo garoto C tem intensidade de

- a) 150N
- b) 160N
- c) 180N
- d) 190N
- e) 200N

**Resposta: item E.**

**Comentário:**

A questão é simples, basta você perceber que para que o sistema esteja em equilíbrio, é necessário que a força que C exerce seja igual à resultante entre A e B, de modo que haja equilíbrio entre os vetores.

Assim, o módulo da força que C exerce pode ser calculada por meio da resultante entre A e B, que será calculada por meio do teorema de Pitágoras, uma vez que são vetores perpendiculares.

$$C^2 = A^2 + B^2$$
$$C^2 = 160^2 + 120^2$$
$$C = 200\text{N}$$

**19. (UFF-RJ)** Dentre as grandezas físicas relacionadas a seguir, assinale a que é escalar:

- a) corrente elétrica
- b) impulso
- c) campo elétrico
- d) empuxo
- e) velocidade

**Resposta: item A.**

**Comentário:**

A grandeza escalar deve ser aquela que consegue ficar bem definida apenas por meio de um módulo e de uma unidade.

A única dentre as opções que é escalar é a corrente elétrica, as demais são vetores.

A corrente elétrica precisa apenas de uma unidade de medida e de um valor numérico associado para que se torne uma grandeza compreensível.

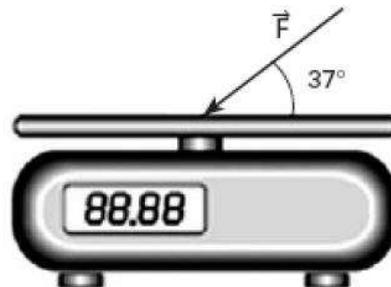
Impulso é um vetor, campo elétrico também pois ambos necessitam de direção e sentido.

Velocidade, pode ser vista de um prisma vetorial, quando precisamos de sentido e direção, estaremos então falando da velocidade vetorial.

O empuxo é uma força e assim como toda e qualquer força trata-se de uma grandeza vetorial, que precisa de direção e sentido para ficar bem definida.



**20. (UNIFESP-2006)** Suponha que um comerciante inescrupuloso aumente o valor assinalado pela sua balança, empurrando sorrateiramente o prato para baixo com uma força  $F$  de módulo  $5,0\text{N}$ , na direção e sentido indicados na figura.



Dados:  $\sin 37^\circ = 0,60$ ;  $\cos 37^\circ = 0,80$ ;  $g = 10\text{m/s}^2$

Com essa prática, ele consegue fazer com que uma mercadoria de massa  $1,5\text{kg}$  seja medida por essa balança como se tivesse massa de

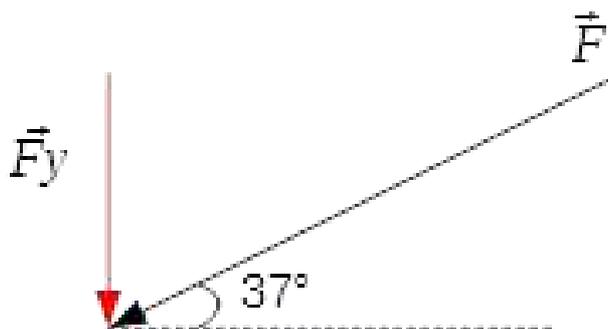
- a)  $3,0\text{kg}$ .
- b)  $2,4\text{kg}$ .
- c)  $2,1\text{kg}$ .
- d)  $1,8\text{kg}$ .
- e)  $1,7\text{kg}$ .

**Resposta: item D.**

**Comentário:**

A balança irá marcar o valor da força  $F$  na direção perpendicular, adicionada à massa do objeto que está em cima da balança

Veja que para encontrar o valor da força na direção perpendicular precisamos decompor a força  $F$ .



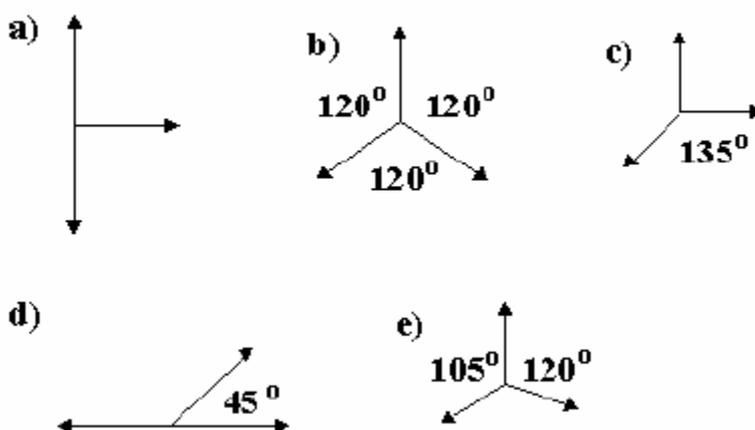
Vamos calcular a componente  $F_y$  do vetor força:

$$F_y = F \cdot \text{sen}37^\circ$$
$$F_y = 5 \times 0,6$$
$$F_y = 3,0\text{N}$$

equivalente a :  $m = 0,3\text{kg}$

Assim, é como se a massa total fosse equivalente a  $1,5\text{kg} + 0,3\text{kg} = 1,8\text{kg}$ .

**21. (MACK – SP)** Um corpo, que está sob a ação de 3 forças coplanares de mesmo módulo, está em equilíbrio. Assinale a alternativa na qual esta situação é possível.



**Resposta: Item B.**

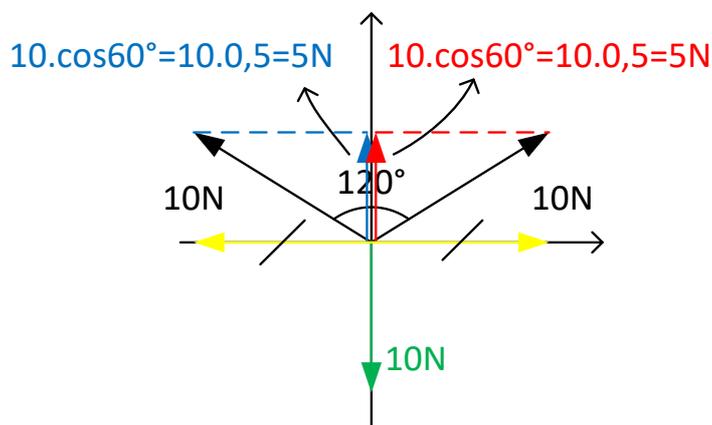
## Comentário:

Vamos calcular a resultante entre dois dos 3 vetores. E verificar que essa resultante é exatamente igual ao outro vetor, com o sentido oposto. Assim a resultante total será igual a zero.

Vamos utilizar a decomposição vetorial. Observe o esquema abaixo no qual temos as duas forças de 10N dispostas conforme o enunciado, ou seja, formando um ângulo de  $120^\circ$ .



Agora vamos decompor os vetores na vertical e na horizontal para determinar de quanto deve ser o valor da terceira força, de modo que a resultante total seja nula.



Note que as duas componentes deram igual a 5N cada uma, o que somadas dá um total de 10N na vertical.

Na horizontal não há resultante, veja a simetria da figura, cada componente horizontal de cada vetor de 10N anular-se-á.

Assim, o vetor verde, que deve se opor à soma dos outros dois decompostos deve somar 10N para que a resultante total seja nula.

Portanto, caso tenhamos 3 vetores de igual módulo formando um ângulo de 120 graus um a um, então teremos uma resultante nula entre os três.

**22. (CPS 2016)** Vertedouro é um canal artificial com a finalidade de conduzir a água através de uma barreira. Nas usinas hidrelétricas os vertedouros são importantes, pois escoam o excesso de água, regulando, assim, seu nível. A capacidade máxima de escoamento do vertedouro da usina de Itaipu é de  $62.200 \text{ m}^3/\text{s}$ , 40 vezes a vazão média das Cataratas do Iguazu.

<<https://www.tinyurl.com/hzbz7ou>> Acesso em: 29.02.2016. Adaptado.



<<http://tinyurl.com/ybhugd>> Acesso em: 29.02.2016. Original colorido.

Sobre o texto, é correto concluir que a vazão média das Cataratas do Iguazu é, em  $\text{m}^3/\text{min}$ ,

- a) 10.337.
- b) 29.033.
- c) 50.373.
- d) 74.330.
- e) 93.300.

**Resposta: item E.**

**Comentário:**



De acordo com o enunciado, podemos calcular a vazão ( $Z_C$ ) das cataratas de acordo com o seguinte raciocínio, utilizando a fórmula abaixo:

$$\begin{aligned} Z_C &= \frac{62.200}{40} \\ &= 1.555 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 1.555 \times 60 \text{ m}^3/\text{min} \\ \Rightarrow & \boxed{Z_C = 93.300 \text{ m}^3/\text{min}.} \end{aligned}$$

**23. (Fuvest 2016)** Uma gota de chuva se forma no alto de uma nuvem espessa. À medida que vai caindo dentro da nuvem, a massa da gota vai aumentando, e o incremento de massa  $\Delta m$ , em um pequeno intervalo de tempo  $\Delta t$ , pode ser aproximado pela expressão:  $\Delta m = \alpha v S \Delta t$ , em que  $\alpha$  é uma constante,  $v$  é a velocidade da gota, e  $S$ , a área de sua superfície. No sistema internacional de unidades (SI) a constante  $\alpha$  é

- a) expressa em  $\text{kg} \cdot \text{m}^3$
- b) expressa em  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- c) expressa em  $\text{m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{kg}^{-1}$
- d) expressa em  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- e) adimensional.

**Resposta: item B.**

**Comentário:**

Basta que façamos o isolamento da constante que se requer a dimensão e depois basta substituir pelas respectivas unidades. Como o enunciado fornece a fórmula, a questão fica bem simples.



$$\Delta m = \alpha v S \Delta t$$
$$\Rightarrow \alpha = \frac{\Delta m}{v S \Delta t}$$
$$\Rightarrow [\alpha] = \left[ \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{m}}/\cancel{\text{s}} \cdot \text{m}^2 \cdot \cancel{\text{s}}} \right]$$
$$\Rightarrow [\alpha] = [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

**24. (IFSP 2016)** Mário sabe que sua caixa d'água está com problemas. Para a realização do reparo, foi dito a ele que a caixa d'água deveria estar, no máximo, com 625 mil centímetros cúbicos de água, o que representa um volume máximo de:

- a) 62,5 litros.
- b) 6,25 litros.
- c) 0,625 litros.
- d) 625 litros.
- e) 6.250 litros.

**Resposta: item D.**

**Comentário:**

Basta efetuar a transformação das unidades de acordo com o que foi mencionado na parte teórica da nossa aula.

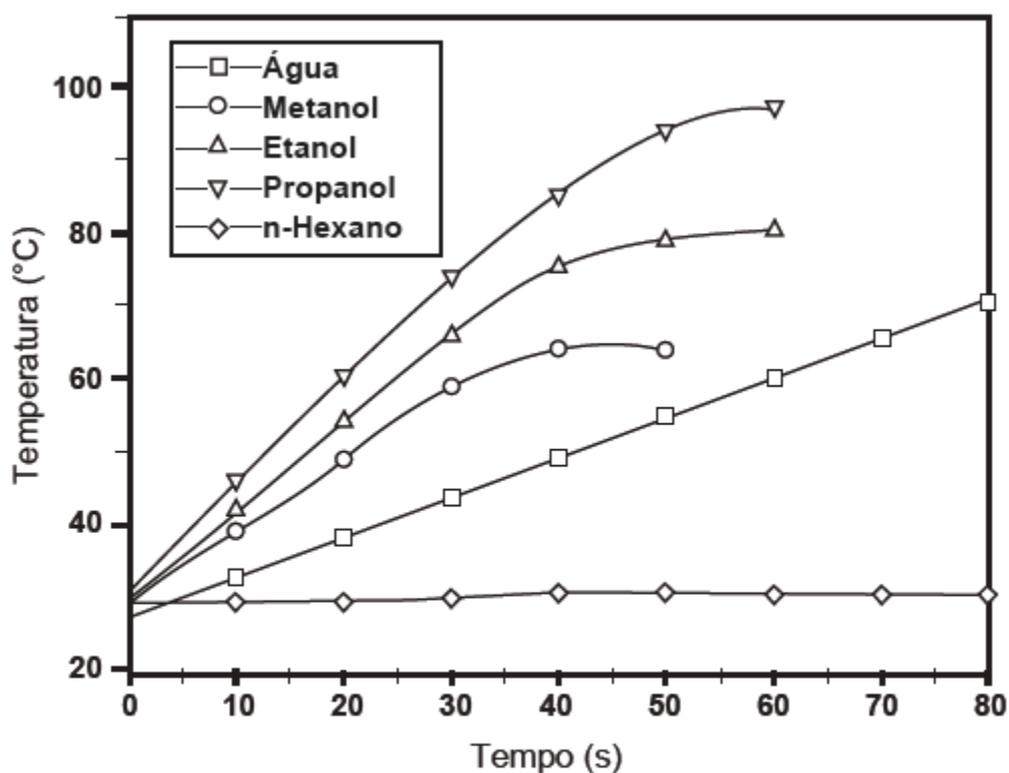
Cada mL corresponde a um  $\text{cm}^3$ .



$$V = 625000 \text{ cm}^3 \\ = 625000 \text{ mL}$$

$$\Rightarrow V = 625 \text{ L.}$$

**25. (ENEM – 2016)** O aquecimento de um material por irradiação com micro-ondas ocorre por causa da interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula. Um importante atributo do aquecimento por micro-ondas é a absorção direta da energia pelo material a ser aquecido. Assim, esse aquecimento é seletivo e dependerá, principalmente, da constante dielétrica e da frequência de relaxação do material. O gráfico mostra a taxa de aquecimento de cinco solventes sob irradiação de micro-ondas.



BARBOZA, A. C. R. N. et al. Aquecimento em forno de micro-ondas. Desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Química Nova*, n. 6, 2001 (adaptado).

No gráfico, qual solvente apresenta taxa média de aquecimento mais próxima de zero, no intervalo de 0 s a 40 s?

A. H<sub>2</sub>O



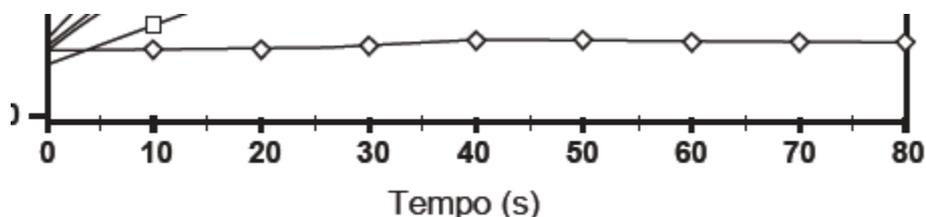
- B.  $\text{CH}_3\text{OH}$
- C.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- D.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- E.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

**RESOLUÇÃO:**

**Resposta: E.**

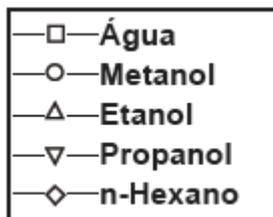
De acordo com o gráfico, a substância que possui a menor taxa de aquecimento é aquela que apresentará a menor inclinação de 0s a 40s, ou seja, que possui uma pequena variação de temperatura no intervalo de tempo.

Assim, de acordo com o gráfico essa figura é a seguinte:



Veja que a variação de temperatura quase não ocorreu, o que nos leva a conclusão de que estamos diante da substância com a taxa de aquecimento mais próxima do zero.

De acordo com a legenda trazida no gráfico:



A resposta que deve ser marcada é o n - hexano, que nada mais é do que o composto que consta no item "E", pois devemos ter 6 carbonos, de acordo com o prefixo "hex" em sua nomenclatura.

**26. (Enem 2ª aplicação 2016)** O quadro apresenta o consumo médio urbano de veículos do mesmo porte que utilizam diferentes combustíveis e seus respectivos preços. No caso do carro elétrico, o consumo está especificado em termos da distância percorrida em função da quantidade de energia elétrica gasta para carregar suas baterias.

<b>Combustível</b>	<b>Consumo na cidade</b>	<b>Preço* (R\$)</b>
Eletricidade	6 km/kWh	0,40/kWh
Gasolina	13 km/L	2,70/L
Diesel	12 km/L	2,10/L
Etanol	9 km/L	2,10/L
Gás natural	13 km/m <sup>3</sup>	1,60/m <sup>3</sup>

\* Valores aferidos em agosto de 2012.

Considerando somente as informações contidas no quadro, o combustível que apresenta o maior custo por quilômetro rodado é o(a)

- a) diesel.
- b) etanol.
- c) gasolina.
- d) eletricidade.
- e) gás natural.

**Resposta: item B**

**Comentário:**



Seja  $\frac{P}{D}$   $\left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right]$  a razão custo por quilômetro rodado.

Sendo  $c$   $\left[ \frac{\text{km}}{\text{kWh}} \right]$ ,  $\left[ \frac{\text{km}}{\text{L}} \right]$  ou  $\left[ \frac{\text{km}}{\text{m}^3} \right]$  a distância rodada por unidade consumida de energia ou de volume de combustível, e  $E$   $\left[ \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \right]$ ,  $\left[ \frac{\text{R\$}}{\text{L}} \right]$  ou  $\left[ \frac{\text{R\$}}{\text{m}^3} \right]$  o preço por unidade consumida de energia ou de volume de combustível, então, por análise dimensional, obtêm-se:

$$\frac{P}{D} = \frac{E}{C} \Rightarrow \begin{cases} \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right] = \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \times \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \right] = \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right] \\ \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right] = \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{L}} \times \frac{\text{L}}{\text{km}} \right] = \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right] \\ \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right] = \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{m}^3} \times \frac{\text{m}^3}{\text{km}} \right] = \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right] \end{cases}$$

Aplicando essa expressão a cada um dos combustíveis:

Combustível	Consumo na cidade (C)	Preço (E) (R\$)	$\frac{P}{D} = \frac{E}{C} \left[ \frac{\text{R\$}}{\text{km}} \right]$
Eletricidade	6 km/kWh	0,40/kWh	0,067
Gasolina	13 km/L	2,70/L	0,208
Diesel	12 km/L	2,10/L	0,175
<b>Etanol</b>	9 km/L	2,10/L	<b>0,233</b>
Gás natural	13 km/m <sup>3</sup>	1,60/m <sup>3</sup>	0,123

A tabela destaca o combustível que apresenta maior custo por quilômetro rodado.

**27. (Enem 2018)** O carro flex é uma realidade no Brasil. Estes veículos estão equipados com motor que tem a capacidade de funcionar com mais de um tipo de combustível. No entanto, as pessoas que têm esse tipo de veículo, na hora do abastecimento, têm sempre a dúvida: álcool ou gasolina? Para avaliar o consumo desses combustíveis, realizou-se um percurso com um veículo flex, consumindo 40

litros de gasolina e no percurso de volta utilizou-se etanol. Foi considerado o mesmo consumo de energia tanto no percurso de ida quanto no de volta.

O quadro resume alguns dados aproximados sobre esses combustíveis.

<b>Combustível</b>	<b>Densidade</b> (g mL <sup>-1</sup> )	<b>Calor de combustão</b> (kcal g <sup>-1</sup> )
Etanol	0,8	-6
Gasolina	0,7	-10

O volume de etanol combustível, em litro, consumido no percurso de volta é mais próximo de

- a) 27.
- b) 32.
- c) 37.
- d) 58.
- e) 67.

**Resposta: item D.**

**Comentário:**

Para o percurso no qual foi utilizada a gasolina, vem:

$$d_{\text{gasolina}} = 0,7 \text{ g/mL} = 700 \text{ g/L}$$

$$1 \text{ L} \text{ ————— } 700 \text{ g de gasolina}$$

$$40 \text{ L} \text{ ————— } 40 \times 700 \text{ g de gasolina}$$

$$m_{\text{gasolina utilizado no percurso}} = 28.000 \text{ g}$$

$$\text{Calor de combustão da gasolina} = -10 \text{ kcal/g}$$

$$\text{Energia (gasolina)} = 28.000 \times (-10 \text{ kcal}) = -280.000 \text{ kcal}$$

Considerando-se a mesma liberação de energia pelo etanol, vamos igualar as duas energias:



Energia (etanol) =  $-280.000$  kcal

Calor de combustão do etanol =  $-6$  kcal/g

1 g de etanol —————  $-6$  kcal

$m_{\text{etanol}}$  —————  $-280.000$  kcal

$$m_{\text{etanol}} = \frac{1 \text{ g} \times (-280.000 \text{ kcal})}{(-6 \text{ kcal})}$$

$$m_{\text{etanol}} = \left( \frac{280.000}{6} \right) \text{ g}$$

$d_{\text{etanol}} = 0,8$  g/mL =  $800$  g/L

1 L —————  $800$  g de etanol

$V_{\text{etanol}}$  —————  $\left( \frac{280.000}{6} \right)$  de etanol

$$V_{\text{etanol}} = \frac{1 \text{ L} \times \left( \frac{280.000}{6} \right)}{800}$$

$$V_{\text{etanol}} = 58,33 \text{ L} \approx 58 \text{ L}$$

## 12. GABARITO

<b>01. E</b>	<b>02. D</b>	<b>03. D</b>	<b>04. B</b>	<b>05. D</b>
<b>06. E</b>	<b>07. B</b>	<b>08. B</b>	<b>09. D</b>	<b>10. C</b>
<b>11. B</b>	<b>12. D</b>	<b>13. B</b>	<b>14. B</b>	<b>15. B</b>
<b>16. A</b>	<b>17. C</b>	<b>18. E</b>	<b>19. A</b>	<b>20. D</b>
<b>21. B</b>	<b>22. E</b>	<b>23. B</b>	<b>24. D</b>	<b>25. E</b>
<b>26. B</b>	<b>27. D</b>			



# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



**1** Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



**2** Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



**3** Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



**4** Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



**5** Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



**6** Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



**7** Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



**8** O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.