

Michael Romano Stolf

**Uma Sequência de Conteúdos em Mecânica para Melhorar a Aprendizagem no Ensino Médio**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Professor Doutor Marcelo Henrique Romano Tragtenberg.

Florianópolis  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Stolf, Michael Romano

Uma sequência de conteúdos em mecânica para  
melhorar a aprendizagem no ensino médio. : Uma nova  
sequência de conteúdos em física para as primeiras  
séries do ensino médio / Michael Romano Stolf ;  
orientador, Marcelo Henrique Romano Tragtenberg,  
2018.

149 p.

Dissertação (mestrado profissional) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós  
Graduação em Ensino de Física, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

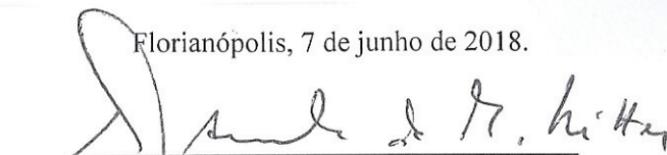
1. Ensino de Física. I. Tragtenberg, Marcelo  
Henrique Romano. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ensino de  
Física. III. Título.

Michael Romano Stolf

**UMA SEQUÊNCIA DE CONTEÚDOS EM MECÂNICA  
PARA MELHORAR A APRENDIZAGEM NO ENSINO  
MÉDIO**

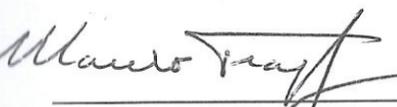
Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de **MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA**, aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, nível Mestrado Profissional.

Florianópolis, 7 de junho de 2018.

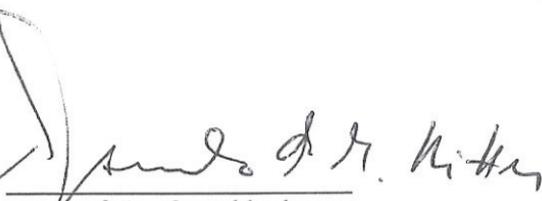


Prof. Dr. Oswaldo de Medeiros Ritter  
(UFSC/FSC - Coordenador do Programa)

**Banca Examinadora:**



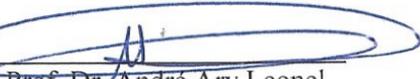
Prof. Dr. Marcelo Henrique  
Romano Tragtenberg  
(UFSC/FSC - presidente)



Prof. Dr. Oswaldo de  
Medeiros Ritter  
(membro titular) - UFSC/FSC



Prof. Dr. José Francisco  
Custódio Filho  
(membro titular) - UFSC/FSC



Prof. Dr. André Ary Leonel  
(membro externo) -  
UFSC/MEN/CED

Dedico esta dissertação de  
mestrado à minha esposa  
Vilma e nossos filhos João e  
Tiago.

## **Agradecimentos**

Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina e à Sociedade Brasileira de Física pela articulação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do qual tive a oportunidade de participar.

Ao corpo docente do MNPEF-UFSC por seu ótimo trabalho desenvolvido ao longo do mestrado. Em especial, ao meu orientador, Marcelo Henrique Romano Tragtenberg por acreditar neste projeto, por me escolher como orientando, por sua amizade e pelas orientações para a elaboração deste.

À minha esposa Vilma e meus filhos João e Tiago pelo seu amor, por todo seu apoio e incentivo.

Ao Mestre Igor Dornelles Schoeller Siciliani, colega de curso, pela grande ajuda prestada na análise estatística, pelo seu desprendimento no compartilhamento de seu conhecimento.

Ao Mestre Paulo Montedo, colega de curso, pelo companheirismo dedicado a todos os mestrandos da primeira turma.

Aos estudantes que participaram da proposta por sua dedicação e companheirismo.

## RESUMO

Muito se tem estudado para encontrar uma melhor forma de se ensinar e aprender Física. Estudos envolvendo o desenvolvimento cognitivo, os modelos conceituais e as abordagens alternativas têm tentado justificar o baixo desempenho dos estudantes e propõem novas concepções para aprimorar o aprendizado.

Por diversos fatores, que não são objeto deste trabalho, a Matemática tornou-se uma das disciplinas que dificultam a aprendizagem de Física, quer seja pela falta de domínio dos conteúdos matemáticos em si por parte do estudante, quer seja pela dificuldade de expressar matematicamente os conceitos físicos ou ainda pela falta de sincronização entre as sequências didáticas de Física e Matemática.

Para minimizar a influência dos pressupostos matemáticos e da falta de sincronização Física-Matemática nos conteúdos iniciais da Física, este trabalho propõe uma inversão de conteúdos da mecânica tradicional, na disciplina de Física na Primeira Série do Ensino Médio e uma simplificação na forma de apresentá-lo - analisando se a sequência didática pode influenciar a aprendizagem dos conteúdos de Física na referida Série.

Serão analisados os currículos de Física e Matemática da primeira Série do ensino Médio, com o objetivo de verificar quais conteúdos de Matemática a Física utiliza no decorrer da referida série, e se estes conteúdos são ministrados pela Matemática, antes de serem utilizados como ferramentas pela Física, na descrição dos fenômenos físicos.

A tentativa de se propor uma abordagem diferente (inversão de conteúdos) que possa simplificar a apresentação do conteúdo e sua assimilação pelos educandos justifica este trabalho, e está embasada na dificuldade relatada pelos alunos para a aprendizagem do conteúdo de física, e comprovada pelas baixas notas obtidas por boa parte destes nas avaliações do conteúdo mencionado.

Para avaliar se a inversão na sequência de conteúdos tem o efeito esperado, sequências diferentes serão comparadas com indicadores de notas de turmas de mesmo nível de escolaridade que terão a Mecânica ministrada na forma tradicional e na nova sequência proposta pelo mesmo professor, o autor dessa dissertação.

A inversão de conteúdos foi realizada nas turmas de primeira série do período noturno do Colégio Catarinense, enquanto que a sequência tradicional foi aplicada nas turmas de primeira série do período vespertino da mesma instituição. Importante ressaltar que tanto os alunos do período noturno, quanto os alunos do período vespertino são alunos que fizeram o ensino fundamental em escolas públicas da Grande Florianópolis, e são alunos bolsistas do ensino médio do Colégio Catarinense.

**Palavras Chave: Física, Mecânica, Ensino Médio, Aperfeiçoamento, Conhecimento.**

Florianópolis

Junho 2018

## ABSTRACT

Much has been studied in order to find a better way to teach and learn Physics. Studies involving cognitive development, conceptual models, and alternative approaches have attempted to justify students' poor performances and propose new conceptions to improve learning.

Due to several factors, which are not the object of this work, Mathematics has become one of the disciplines that hinder Physics learning, either due to the lack of mastery of the mathematical contents by the student, or because of the difficulty of expressing mathematically the Physics' concepts or even because of the lack of synchronization of Physics and Maths teaching sequences.

In order to minimize the influence of mathematical assumptions and the lack of Physics-Maths synchronization in the initial contents of Physics, this work proposes an inversion of the contents of traditional Mechanics in the discipline of Physics in the first year of High School and a simplification in the way of presenting it - analyzing whether the didactic sequence can help improving learning of the contents of Physics in the mentioned year.

The curriculum of Physics and Mathematics of the first High School level will be analyzed, with the purpose of verifying which contents of Mathematics, Physics uses during these levels, and if these contents are taught by Mathematics, before being used as tools by Physics in the description of physical phenomena.

The attempt to propose a different approach (content inversion) that can simplify the presentation of the content and its assimilation by the students justifies this work, based on the difficulty reported by the students to the learning of the content of physics, and proved by the low grades obtained by these students in the evaluations of the content mentioned.

To verify if the inversion in the sequence of contents will have the expected effect, different sequences will be compared with indicators of grades of classes of the same level, that will have the Mechanics taught in the traditional form, and in the new proposed sequence.

The content inversion was carried out in the High School first level of the Colégio Catarinense with the students of de night period, while the traditional sequence was applied in the first grade classes of the afternoon period of the same institution. It is important to note that

both night students and afternoon students are students who have completed elementary school in public schools in Florianópolis, and are high school scholarship students at Colégio Catarinense.

**Keywords: Physics, Mechanics, High School, Improvement, Knowledge.**

Florianópolis

June 2018

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física - Primeiro Bimestre .....	07
QUADRO 3.2 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física - Segundo Bimestre.....	08
QUADRO 3.3 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física - Terceiro Bimestre.....	09
QUADRO 3.4 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física - Quarto Bimestre.....	10
QUADRO 4.1 – Legislação e Cidadania - Conjunto de Indicadores de avaliação – Ministério da Educação – Guia dos Livros Didáticos; Física 2018 – PNLD.....	16
QUADRO 4.2 – Abordagem Teórico-Metodológica e Proposta Didático-Pedagógica - Conjunto de Indicadores de avaliação – Ministério da Educação – Guia dos Livros Didáticos; Física 2018 – PNLD.....	17
QUADRO 4.3 – Conceitos, Linguagens e Procedimentos - Conjunto de Indicadores de avaliação – Ministério da Educação – Guia dos Livros Didáticos; Física 2018 – PNLD.....	18
QUADRO 4.4 – Manual do Professor - Conjunto de Indicadores de avaliação – Ministério da Educação – Guia dos Livros Didáticos; Física 2018 – PNLD.....	19
QUADRO 4.5 – Projeto Editorial - Conjunto de Indicadores de avaliação – Ministério da Educação – Guia dos Livros Didáticos; Física 2018 – PNLD.....	20
QUADRO 5.1 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Matemática - Primeiro Bimestre.....	26

QUADRO 5.2 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Matemática - Segundo Bimestre.....	27
QUADRO 5.3 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Matemática - Terceiro Bimestre.....	28
QUADRO 5.4 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Matemática - Quarto Bimestre.....	29
QUADRO 5.5 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática – Campos Numéricos.....	30
QUADRO 5.6 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática – Campos Algébricos.....	30
QUADRO 5.7 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática – Campos Geométricos.....	31
QUADRO 5.8 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática – Estatística e Probabilidade.....	31

## Sumário

Capítulo 1	INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 2	OBJETIVOS.....	4
2.1	Objetivo Geral.....	4
2.2	Objetivo Específico.....	4
Capítulo 3	PROPOSTA CURRICULAR DOS ESTADOS DE SÃO PAULO E SANTA CATARINA.....	6
3.1	Proposta Curricular do Estado de São Paulo.....	6
3.2	Propostas Curriculares do Estado de Santa Catarina.....	12
Capítulo 4	PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO.....	14
4.1	O guia do Plano nacional do Livro Didático 2018: Física.....	14
4.2	CrITÉrios de AvaliaÇão dos Livros Didáticos de Física.....	14
4.3	Conjunto de Indicadores de avaliaÇão.....	15
4.4	As ColeÇões Aprovadas.....	21
Capítulo 5	SEQUÊNCIA TRADICIONAL DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA E MATEMÁTICA EM SANTA CATARINA NAS PRIMEIRAS SÉRIES DO ENSINO MÉDIO.....	22
5.1	A Sequência tradicional dos Conteúdos de Física.....	22
5.2	A Sequência dos Conteúdos de Matemática.....	23
5.3	A Falta de Sincronia dos Conteúdos de Física e Matemática.....	32
5.4	As Lacunas de Conteúdo Matemático para a Compreensão dos Conteúdos de Física.....	32
Capítulo 6	A NOVA SEQU�NCIA DIDÁTICA DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA NA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO.....	34
6.1	A justificativa para a modificaÇ�o da sequ�ncia Didática dos Conteúdos de Física na Primeira Série do Ensino Médio.....	34
6.2	A Nova Sequência dos Conteúdos de Física na Primeira Série do Ensino Médio.....	35
6.3	A SimplificaÇão Didática do Conteúdo de Física na Primeira Série do Ensino Médio.....	36
6.4	As Possíveis D�vidas na ApresentaÇão da Nova Sequência Didática na Primeira Série do Ensino Médio.....	37

Capítulo 7	APLICAÇÃO DA NOVA SEQUÊNCIA.....	39
7.1	A Nova Sequência.....	39
7.2	A Nova Sequência Dividida em Trimestres.....	40
Capítulo 8	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....	42
APÊNDICES		
Apêndice A	- Sequência Didática do Livro de Física de Gonçalves e Toscano.....	44
Apêndice B	- Módulos.....	46
Apêndice C	- Sequência Didática do Ético Sistema de Ensino (tradicional).....	75
Apêndice D	- Sequência Didática de Física na Primeira Fase do Ensino Superior.....	78
Apêndice E	- Comparação de Médias de Notas Entre Turmas de Alunos que Utilizaram a Sequência de Conteúdos Tradicional e a Nova Sequência.....	79
Apêndice F	- Depoimentos.....	87
Apêndice G	- Volume 1 das Coleções Aprovadas no PNLD 2018 Referentes ao Componente Curricular Física.....	92
Apêndice H	- Produto Educacional.....	104
Referencias Bibliográficas.....		135

O conteúdo de Mecânica da disciplina de Física nas Primeiras Séries do Ensino Médio e nas primeiras fases do ensino universitário é reconhecido pelos alunos como um conteúdo de difícil compreensão.

Esta dificuldade em se aprender a Cinemática, normalmente o primeiro assunto específico a ser abordado nas aulas de Física, passa pela deficiência que os estudantes apresentam em utilizar o ferramental matemático para expressar os resultados físicos.

Dentro da Cinemática encontramos dois movimentos distintos; o Movimento Retilíneo Uniforme e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, movimentos estes que utilizam as funções matemáticas de primeiro e segundo graus, respectivamente, para serem descritos.

Conforme relata Siciliani (2016) em sua dissertação, “...as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Parecer CEB/CNB no. 15/98, instituídas pela Resolução n. ° 4/98, entre outras disposições, determinam que os currículos se organizem em áreas: Linguagens e Códigos e suas tecnologias, Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias e Ciências Humanas, Filosofia e suas tecnologias. Agrupações essas estruturadas pelos princípios pedagógicos da interdisciplinaridade, da contextualização, da identidade, da diversidade e da autonomia.

*A partir desse pressuposto, observa-se que o ensino de Matemática e o de Física permanecem intimamente ligados pelas próprias definições das duas ciências. Uma normatiza o universo lógico dos números e desenvolve as ferramentas necessárias para o tratamento do mundo racional, a outra, aplica tais instruções na busca de interpretações dos fenômenos que cingem a todos, e nessas aplicações muitas vezes os aperfeiçoa a Matemática, dando vida ao próprio formalismo.”* (UFSC 2016)

Muito se tem estudado sobre as dificuldades em se aprender Física, como ressalta Trindade (1986) “... ao insucesso da disciplina de Física apontam-se como principais causas: deficientes bases matemáticas dos discentes, desenvolvimento cognitivo insuficiente e modelos conceituais apoiados no senso comum errado das pessoas.” Artigo escrito em 1986 que permanece extremamente atual, e que já vem alertando sobre as dificuldades de aprendizagem da física desde sua época.

Muitos destes estudos olham para o aluno, para o professor e para a sociedade em que eles estão imersos, todos de extrema relevância e significado.

A sequência tradicional de Mecânica em grande parte dos livros de Ensino Médio começa por Cinemática e apresenta o Movimento Retilíneo Uniforme como o primeiro tópico. Sabemos que este movimento não ocorre no cotidiano dos alunos, e para muitos deles, parando de acelerar, o carro para; o que vai de encontro aos conceitos do Movimento retilíneo Uniformemente Variado, mas que estão apoiados em modelos conceituais do senso comum.

A proposta deste trabalho é a de verificar se uma inversão na ordem de apresentação da sequência didática de alguns conteúdos da Mecânica é compreendida de maneira mais eficiente pelos alunos, considerando que esta proposta permite ao aluno maior oportunidade de aquisição e utilização dos requisitos matemáticos para compreendê-la, porque utiliza conhecimentos prévios mais simples.

Então porque não começar a ensinar Física pelos corpos em repouso, situação mais simples dos corpos em equilíbrio, conceituando equilíbrio e a idéia de força resultante nula, propondo assim uma nova sequência de conteúdos de Física na Primeira Série do Ensino Médio.

E como me foi dito pelo amigo e tutor professor Doutor João Benjamin da Cruz Junior, ao responder a própria pergunta do porque de se propor uma sequência diferente, "... porque é importante tentar ensinar da melhor forma possível, mesmo que para isso se fuja do tradicionalismo e de ideias enraizadas na forma de se ensinar."

Essa linha com alteração na ordem dos conteúdos também é apresentada no livro Física, de Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano, iniciando por Forças e Lei Fundamental do Movimento. Este livro é apresentado em volume único e sua primeira edição é de 2005, pela Editora Scipione.

Analisando também as edições dos últimos dez anos do Caderno Brasileiro de Ensino de Física, periódico quadrimestral, voltado prioritariamente para os cursos de formação de professores de Física, e da Revista Brasileira de Ensino de Física, publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Física, em suas versões digitais não encontramos nenhum artigo referente a uma mudança na ordem didática dos conteú-

dos de Física da primeira série do ensino médio. Nestes periódicos, vários artigos tratam das dificuldades matemáticas para a aprendizagem de Física, como relata Admiral (2016) em seu artigo; Dificuldades conceituais e matemáticas apresentadas por alunos de física dos períodos finais, da Revista Brasileira de Ensino de Física; e sobre Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI, artigo de Rezende (2009) entre outros.

Este trabalho está organizado da seguinte forma. O capítulo 2 trata dos objetivos gerais e específicos. As propostas curriculares de São Paulo e Santa Catarina são objeto do capítulo 3. O Programa Nacional do Livro didático é abordado no capítulo 4. A sequência tradicional de conteúdos de Física e Matemática na primeira série do ensino médio são tratadas no capítulo 5. O capítulo 6 traz a proposta de nova sequência didática do conteúdo de Física nessa série. A aplicação da nova sequência é descrita no capítulo 7, e o capítulo 8 trata das conclusões e perspectivas deste trabalho. O apêndice A traz a sequência didática do Livro de Física de Gonçalves e Toscano. Os módulos de ensino são objeto do apêndice B. A sequência didática do Ético Sistema de Ensino é descrita no apêndice C, e a sequência didática de Física na primeira fase do Ensino Superior no apêndice D. O apêndice E mostra a comparação de notas das duas sequências. O apêndice F traz depoimentos de professores de Física no Ensino Superior que utilizaram a nova sequência. O apêndice G apresenta o volume 1 dos livros de referência do Programa Nacional do Livro Didático e o anexo H traz o produto educacional.

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é propor uma maneira de se ensinar Física no Ensino Médio de uma forma mais simples e menos traumática, sem prejuízo da Ciência e dos recursos utilizados para ensiná-la.

É importante se ensinar Física porque é importante dar aos alunos conhecimento das várias Ciências; é importante se ensinar Física para despertar neles o gosto pela ciência, mesmo sabendo que muitos não utilizarão os conhecimentos físicos em seu cotidiano.

É importante ensinar, para permitir que o aluno escolha o caminho que deseja seguir quando concluir o ensino médio.

Para isso, este trabalho apresenta uma sequência de conteúdos de Física para a Primeira Série do Ensino Médio diferente da sequência tradicional, iniciando pelos conceitos de Força e utilizando a Estática, ramo da Física que estuda os corpos em repouso (equilíbrio estático) como o primeiro conteúdo a ser trabalhado.

### 2.2 Objetivo Específico

Ao se começar o ensino de Física pela Estática, se diminui o peso inicial da Matemática no ensino de Física, pois o aluno da Primeira Série do Ensino Médio não terá necessidade de começar seus estudos em Física utilizando as funções matemáticas de primeiro e segundo graus, que serão ensinadas pela Matemática também na primeira série em momentos posteriores a sua utilização pela Física, quando se utiliza a sequência tradicional.

Iniciando pela Estática, os conhecimentos matemáticos básicos para entendê-la foram ministrados pela Matemática no final do ano anterior (Nono Ano do Ensino fundamental II), diminuindo em parte, o descompasso entre o que é necessário se conhecer da Matemática para se aprender Física.

Ao se iniciar pela Estática, dá-se tempo ao professor de Matemática para que ele ministre os conteúdos matemáticos que serão utilizados pelo professor de Física, ao descrever alguns dos fenômenos físi-

cos estudados na Primeira Série do Ensino Médio, ensinando desta forma Física e Matemática de forma integrada. Essa abordagem já é objeto de estudo, por exemplo, no projeto Bridging the Gap Calculus, dos departamentos de Física e Matemática da Universidade Estadual do Oregon, que tem o objetivo de criar uma ponte para diminuir as lacunas entre as duas disciplinas. Esta linha de trabalho pode ser consultada no sítio <http://www.math.oregonstate.edu/~tevian>.

**PROPOSTA CURRICULAR DOS ESTADOS DE SÃO PAULO E SANTA CATARINA**3.1 Proposta Curricular do Estado de São Paulo

A proposta curricular do estado de São Paulo vem ao encontro de muitos dos questionamentos deste trabalho, tanto no âmbito da Matemática quanto no âmbito da Física, quando diz:

*“Por equívocos pedagógicos, a Matemática tem sido considerada um dos principais vilões no ensino e na aprendizagem da Física. Para os estudantes, ela reúne o pior de dois mundos: as dificuldades nas operações matemáticas e na interpretação de fenômenos naturais. Aliás, o exercício puro e simples dos instrumentos matemáticos, como funções algébricas, equações e recursos geométricos, não garante o domínio das competências necessárias para tratar matematicamente o mundo físico; os alunos devem ser capazes de interpretar fenômenos físicos antes de pretender expressá-los fazendo uso das estruturas oferecidas pela Matemática.”*(Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física /Coord. Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.)

A Proposta Curricular de Física do Estado de São Paulo admite que no início do primeiro bimestre se possa ter uma descrição mais qualitativa dos movimentos, ou a Cinemática tradicional, podendo evitar as funções matemáticas próprias da Cinemática, o que também é a proposta desta dissertação.

A diferença é que a proposta curricular do Estado de São Paulo inicia por Grandezas do movimento, seguida pela Quantidade de Movimento Linear, como vemos no quadro 3.1 abaixo, enquanto a Nova Proposta Curricular (objeto dessa dissertação) inicia pela Estática, seguida pela Dinâmica, como será mostrado no capítulo quatro.

Quadro 3.1 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física – Primeiro Bimestre

<b>1ª Série – Tema: Movimentos: variações e conservações</b>	
Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
<p><b>1º Bimestre</b></p> <p>Grandezas do movimento: identificação, caracterização e estimativa de valores</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentos que se realizam no cotidiano e as grandezas relevantes para sua observação (distância percorrida, percurso, velocidade, massa, tempo etc.);</li> <li>• Características comuns e formas de sistematizar os movimentos (segundo trajetórias, variações de velocidade etc.);</li> <li>• Estimativas e escolha de procedimentos adequados para realização de medidas (por exemplo, uma estimativa do tempo de percurso entre duas cidades por diferentes meios de transporte ou da velocidade média de um entregador de compras);</li> </ul>
<p>Quantidade de movimento linear: variação e conservação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificações nos movimentos como consequência de interações (por exemplo, para que um carro parado passe a se movimentar, é necessária uma interação com o piso);</li> <li>• Causas da variação de movimentos, associadas às intensidades das forças e ao tempo de duração das interações (por exemplo, os dispositivos de segurança)</li> <li>• Conservação da quantidade de movimento e a identificação de forças para fazer análises, previsões e avaliações de situações cotidianas que envolvem movimentos.</li> </ul>

"Matéria licenciada exclusivamente à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo para uso no site do programa 'São Paulo faz escola'. É estritamente vedada a reprodução parcial e/ou integral por terceiros"

Fonte: Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física/Coord. Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.

Quadro 3.2 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física – Segundo Bimestre

<p>Leis de Newton</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As leis de Newton na análise de partes de um sistema de corpos;</li> <li>• Relação entre as leis de Newton e a lei da conservação da quantidade de movimento;</li> </ul>
<p><b>2º Bimestre</b></p> <p>Trabalho e energia mecânica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho de uma força como uma medida da variação do movimento, inclusive nas situações envolvendo atrito;</li> <li>• Formas de energia mecânica e sua associação aos movimentos reais;</li> <li>• Avaliação dos riscos da alta velocidade em veículo por meio dos parâmetros envolvidos na variação do movimento;</li> </ul>
<p>Equilíbrio estático e dinâmico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições necessárias para a manutenção do equilíbrio de objetos, incluindo situações no ar ou na água;</li> <li>• Processos de amplificação de forças em ferramentas, instrumentos ou máquinas;</li> <li>• Processos físicos e a conservação do trabalho mecânico;</li> <li>• Evolução histórica dos processos de utilização do trabalho mecânico (como, por exemplo, na evolução dos meios de transporte ou de máquinas mecânicas) e suas implicações na sociedade.</li> </ul>

"Matéria licenciada exclusivamente à Secretaria da Educação do Estado de São Paulo para uso no site do programa 'São Paulo faz escola'. É estritamente vedada sua reprodução parcial e/ou integral por terceiros."

Fonte: Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física/Coord. Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.

Quadro 3.3 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física – Terceiro Bimestre

<b>1ª Série – Tema: Universo, Terra e vida</b>	
Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
<p><b>3º Bimestre</b></p> <p>Universo: elementos que o compõem</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os diferentes elementos que compõem o Universo e sua organização a partir de características comuns em relação a massa, distância, tamanho, velocidade, trajetória, formação, agrupamento etc. (planeta, satélite, estrela, galáxia, sistema solar etc.);</li> <li>• Modelos explicativos da origem e da constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações.</li> </ul>
<p>Interação gravitacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O modelo explicativo das interações astronômicas: campo gravitacional; a ordem de grandeza das massas na qual a interação gravitacional começa a fazer sentido;</li> <li>• Movimentos próximos da superfície terrestre: lançamentos oblíquos e movimentos orbitais;</li> <li>• Validade das leis da Mecânica (conservação da quantidade de movimento linear e angular) nas interações astronômicas.</li> </ul>

"Matéria licenciada exclusivamente à Secretaria da Educação do Estado de São Paulo para uso no site do programa 'São Paulo faz escola'. É estritamente vedada sua reprodução parcial e/ou integral por terceiros"

Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física /Coord. Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.

Quadro 3.4 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Física – Quarto Bimestre

<p><b>4º Bimestre</b></p> <p>Sistema Solar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às mudanças sociais que lhe são contemporâneas, identificando resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa transformação;</li> <li>• Campos gravitacionais e relações de conservação na descrição do movimento do sistema planetário, dos cometas, das naves e dos satélites;</li> <li>• As inter-relações Terra-Lua-Sol.</li> </ul>
<p>O Universo, sua origem e compreensão humana</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teorias e modelos propostos para origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados, no sentido de ampliar a visão de mundo;</li> <li>• As etapas da evolução estelar (formação, gigante vermelho, anã branca, supernova, buraco negro etc.);</li> <li>• Estimativas das ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida em geral, e vida humana em particular, temporal e espacialmente no Universo;</li> <li>• Avaliação científica das hipóteses de vida fora da Terra;</li> <li>• Evolução dos modelos sobre o Universo (matéria, radiação e interações) a partir de aspectos da evolução dos modelos da ciência;</li> <li>• Algumas especificidades do modelo cosmológico atual (espaço curvo, universo inflacionário, <i>Big Bang</i> etc.).</li> </ul>

\*Matéria licenciada exclusivamente à Secretaria da Educação do Estado de São Paulo para uso no site do programa "São Paulo faz escola". É estritamente vedada sua reprodução parcial e/ou integral por terceiros.

Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física /Coord.  
 Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.

Segundo a secretaria de Educação do Estado de São Paulo, *“Estas orientações tomam como base os Parâmetros Curriculares Nacionais de Física, mais especificamente o texto conhecido como PCN+. Partes daquele texto foram tomadas na íntegra, pois acredita-se que as orientações aqui contidas colocam-se na mesma perspectiva de mudança na educação de Física do Ensino Médio lá iniciado. Essas orientações, assim como aqueles Parâmetros, buscam a aproximação entre o conhecimento físico e o mundo vivenciado pelos adolescentes no início deste século.”*(Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física /Coord. Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.)

Em sua proposta curricular, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo não apresenta explicitamente o conteúdo de Cinemática, determinando maior ênfase nos conteúdos de Quantidade de Movimento, Leis de Newton (Dinâmica), Trabalho e Energia, e Equilíbrio Estático e Dinâmico, diminuindo o impacto que a deficiência dos conteúdos matemáticos da Cinemática acarretaria no entendimento da Física da Primeira Série Ensino Médio.

Ao dar maior ênfase a Quantidade de Movimento Linear, a proposta curricular de São Paulo introduz a noção de Força como agente causador da Variação dos Movimentos, introduzindo os conceitos de equilíbrio após a apresentação das Leis de Newton, porém vale ressaltar que mesmo em equilíbrio os corpos estão sob o efeito de forças de origem diferente, o que pretendemos mostrar iniciando o estudo de Física da Primeira Série pela Estática.

Importante observar que a proposta do Estado de São Paulo determina que os conteúdos da Quantidade de Movimento Linear, Leis de Newton, Trabalho, Energia e Equilíbrio Estático e Dinâmico, são ministrados no primeiro semestre da Primeira Série do Ensino Médio, sob o tema: Movimentos: Variações e Conservações; enquanto que todo o segundo semestre é reservado para o estudo da gravitação sob o tema: Universo, Terra e Vida; abordando conteúdos de Universo: Elementos que o Compõem, Interação Gravitacional, Sistema Solar e Universo: sua Origem e Compreensão Humana.

A divisão bimestral dos conteúdos da sequência do Estado de São Paulo, indica que uma parcela significativa de conteúdos será ministrada em um único bimestre, o que pode comprometer a profundidade dos conteúdos ministrados.

Então esta é a proposta deste trabalho: ao iniciar o estudo de Física pela Estática, pretende simplificar a forma de se ministrar os conteúdos de Física na Primeira Série do Ensino Médio sem perder profundidade e abrangência dos conteúdos.

### 3.2 Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina

**Também baseada nos Parâmetros curriculares Nacionais, a proposta curricular de Santa Catarina é um resumo da proposta curricular do Estado de São Paulo para o ensino de Física, sem indicação bimestral ou trimestral de divisão de conteúdos.**

*“...considera-se importante a sequência majoritariamente adotada em quase todo o Brasil, ou seja, Mecânica cobrindo toda a primeira série do Ensino Médio, Termodinâmica no primeiro semestre do segunda série, Óptica no segundo semestre da segunda série e Eletromagnetismo, cobrindo toda a terceira série. Elementos de Física Moderna, incluindo estrutura atômica, estariam presentes na segunda e na terceira série, já se iniciando também alguma cosmologia no estudo de Gravitação, na primeira série.”(SED-SC, Disciplinas Curriculares – Física, 1998)*

E continua:

*“A Mecânica, desenvolvida na primeira série, deveria começar pela Dinâmica, especialmente pelas Leis de Conservação das Quantidades de Movimento e da Energia, dirgindo-se sobretudo para os elementos de vivência diária, tais como veículos, máquinas e outros equipamentos, com sua propulsão e seu freiamento, evitando-se as introduções alongadas da Cinemática, tão comum em nossas escolas, coibindo-se assim a abstração e matematização precoces.”(SED-SC, Disciplinas Curriculares – Física, 1998)*

Observa-se que a proposta curricular para o ensino de Física do Estado de Santa Catarina é extremamente abrangente e generalista, sem especificar bimestres ou trimestres para cada conteúdo a ser ministrado, o que possibilita que em cada unidade escolar, cada professor de Física determine o próprio tempo para ensinar determinado conteúdo, o que contradiz a própria Secretaria quando afirma:

*“...é conveniente adotar uma sequência dada de disciplinas ou conteúdos para evitar que a migração escolar, gerada por mudança residencial do estudante ou por outros fatores, possa resultar em repetição de temas ou em lacunas formativas.”(SED-SC, Disciplinas Curriculares – Física, 1998).*

Então, porque a Secretaria não delimita bimestralmente ou trimestralmente uma sequência de conteúdos de Física, o que evitaria as repetições e as lacunas formativas indicadas anteriormente.

A Secretaria de Educação do Estado de Santa Catarina ainda afirma; *“É inútil pensar que se pode superar o ensino “tradicional”, simplesmente pela alteração nas ordens dos conteúdos ainda que não exista uma ordem universalmente estabelecida para os conteúdos instrucionais de Física na escola média,...” (SED-SC, Disciplinas Curriculares – Física, 1998).*

Contrariando a afirmação da Secretaria de Estado, este trabalho contém indicadores de notas que mostram que é possível melhorar o rendimento dos alunos da Primeira Série do Ensino Médio sem abandonar o currículo tradicional, promovendo simplesmente a alteração das ordens dos conteúdos do mesmo, sem inventar diferentes tipos de Ensino Médio.

A destacar, em algumas unidades escolares de Santa Catarina são ministrados simultaneamente o Ensino Médio Tradicional e o Ensino Médio Inovador. No Ensino Médio Inovador, algumas disciplinas, como a Física, possuem um maior número de aulas semanais, cinco aulas por semana, em vez de três do Ensino Tradicional, com uma proposta de aulas de laboratório e aulas diferenciadas, porém a grande maioria das unidades escolares estaduais não possui laboratório.

Cabe ainda ressaltar, que em Santa Catarina cada unidade escolar pode escolher o livro didático, que é indicado pelo professor ou professores da disciplina, e será utilizado por um período de três anos na referida unidade. Destaca-se que a maioria dos livros didáticos de Física, disponibilizados por diversas editoras, segue a Sequência Tradicional do Conteúdo, iniciando pela Cinemática, Dinâmica e assim por diante.

#### 4.1 O Guia do Plano nacional do Livro Didático 2018: Física

O Ministério da Educação e Cultura, através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) lançou em 2018 o Guia de Livros Didáticos: Física, que tem por objetivo proporcionar uma escolha consciente do melhor livro didático para cada escola e realidade. Este Guia apresenta uma resenha de cada uma das obras aprovadas, disponibilizando informações consistentes para que os professores possam selecionar com segurança a coleção didática a ser adotada pela escola onde atuam, e oferece algumas orientações práticas ao professor para o desenvolvimento dos conteúdos e atividades propostos pela coleção. (Brasil. Ministério da Educação. PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação)

#### 4.2 Critérios de Avaliação dos Livros Didáticos de Física

O papel da contextualização no ensino de física é entendida como o instrumento que permite conectar o conteúdo específico a ser ensinado às experiências do cotidiano ou aos conhecimentos já obtidos pelos estudantes, de forma que um ensino de Física efetivamente contextualizado deve transcender a compreensão do contexto como espaço de exemplificação, motivação ou aplicação do conhecimento. Como proposta metodológica, a escolha da contextualização não pode ser arbitrária, mas consciente e precedida pela problematização.

Na resolução de problemas o estudante deve se envolver num processo de reflexão e de tomada de decisões que culmine no estabelecimento de uma determinada sequência de passos, que leve solução adequada do problema proposto.

As atividades experimentais estão presentes em todos os livros aprovados no PNLD 2018, sendo de realização possível em diferentes espaços escolares. O desenvolvimento de um conjunto maior de habili-

dades do estudante está normalmente associado a procedimentos experimentais que envolvam atividades de cunho investigativo, organizados a partir de situações-problema a serem resolvidas pelos próprios estudantes. Cabe ao professor atuar neste modelo de atividade, como mediador e estimulador das iniciativas e reflexões dos estudantes, evitando antecipar caminhos e estratégias de trabalho.

As atividades investigativas tem seu foco na atuação dos estudantes com o objetivo de desenvolver as habilidades necessárias à discussão de problemas de relevância social, com a de formulação de hipóteses, coleta e análise de dados, na busca de informações para o desenvolvimento da argumentação, interpretação, conclusão e socialização dos resultados.

Os recursos computacionais que tem recebido maior destaque no ensino de Física são as simulações, que são elaboradas sempre a partir de um modelo físico para o qual se busca dar significado, e envolvem, em diferentes níveis, a interatividade entre o estudante e o simulador.

(Brasil. Ministério da Educação. PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação)

#### 4.3 Conjunto de Indicadores de Avaliação

Para avaliar as obras didáticas de Física para o Ensino Médio inscritas no PNLD 2018, foi elaborada uma ficha de avaliação constituída por cinco (05) blocos organizados a partir dos critérios elencados no item 4.2. Cada bloco foi composto de um conjunto de indicadores (critérios), expressos, cada um, por uma afirmação. Assim, o não cumprimento de qualquer um desses indicadores implicou a não recomendação da coleção, referente ao componente curricular Física, no âmbito do PNLD 2018.

(Brasil. Ministério da Educação. PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação)

Seguem, abaixo, os conjuntos de indicadores, separados por blocos.

## Quadro 4.1 – Legislação e Cidadania

Aspecto avaliado: respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao Ensino Médio (Constituição Brasileira; ECA; LDB 1996 e respectivas alterações; DCNEM; Resoluções e Pareceres do CNE), assim como observância de princípios éticos e democráticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social.	
1	Reconhece o Ensino Médio como etapa final da educação básica (LDB/DCNEM) não tendo caráter exclusivamente propedêutico;
2	Favorece o desenvolvimento de aspectos relevantes para a preparação básica do estudante para o mundo do trabalho (LDB/DCNEM);
3	Favorece a autonomia intelectual e o pensamento crítico (LDB/DCNEM);
4	Favorece o reconhecimento da criança e do adolescente como cidadãos (ECA);
5	Considera, na apresentação dos textos e ilustrações, assim como nas atividades propostas, a atenção à Integridade física, moral e psicológica;
6	Respeita os valores éticos e sociais da pessoa e da família (ECA), estando isenta de ilustrações, fotografias, legendas, crônicas ou anúncios de bebidas alcoólicas, tabaco, armas e munições, assim como de ilustrações e/ou mensagens que difundam marcas, produtos ou serviços comerciais;
7	É isenta de estereótipos e preconceitos de condição socioeconômica, regional, étnico-racial, de gênero, de orientação sexual, de idade, de linguagem, de religião, de condição de deficiência, assim como qualquer outra forma de discriminação ou de violação de direitos humanos;
8	É isenta de doutrinação religiosa política e/ou ideológica, respeitando o caráter laico e autônomo do ensino público;
9	Adota metodologias de ensino e de avaliação que estimulam a iniciativa dos estudantes (LDB- artigo 36, parágrafo 2º);
10	Favorece a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos de processos produtivos, relacionando a teoria com a prática no ensino (LDB/DCNEM);
11	Favorece a integração de conhecimentos gerais na perspectiva da Interdisciplinaridade e da contextualização (DCNEM - artigo 5º Item VI);
12	Favorece o desenvolvimento do currículo como proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e socioafetivas (DCNEM, artigo 6º);
13	Favorece o reconhecimento da ciência como o conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade (DCNEM, artigo 5º, Item VIII, § 2º);
14	Favorece o reconhecimento da tecnologia como a transformação da Ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e sua produção, marcada, desde sua origem, pelas relações sociais que a levaram a ser produzida (DCNEM, artigo 5º, Inciso VIII, § 3º);
15	Favorece o desenvolvimento da capacidade de pensamento crítico sobre questões socioambientais e sustentabilidade e a compreensão das dimensões científica, ética e política, nelas envolvidas.

Conjunto de Indicadores de Avaliação - PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação

## Quadro 4.2 – Abordagem Teórico-Metodológica e Proposta Didático-Pedagógica

<p><b>Aspecto avaliado:</b> adequação e coerência da abordagem teórico-metodológica assumida pela coleção com a proposta didático-pedagógica desenvolvida e com os objetivos visados. A coleção deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• escolher uma abordagem metodológica capaz de contribuir para a consecução dos objetivos educacionais em jogo;</li> <li>• ser coerente com a abordagem assumida, do ponto de vista dos conteúdos de ensino apresentados, bem como recursos propostos;</li> <li>• respeitar a perspectiva interdisciplinar na apresentação e abordagem dos conteúdos.</li> </ul>	
1	Apresenta coerência entre a fundamentação teórico-metodológica presente no Manual do Professor e o conjunto de textos, atividades, exercícios que configuram o Livro do Estudante;
2	Organiza-se – tanto do ponto de vista dos volumes que compõem a coleção, quanto das unidades estruturadoras de cada um desses volumes – de forma a possibilitar, ao longo da obra, uma progressão em direção a aprendizagens de maior complexidade;
3	Contempla de forma equilibrada o conjunto de conhecimentos da Física como disciplina acadêmico-científica de referência;
4	Evita tratar os conceitos centrais da Física de forma compartimentalizada (procurando, por exemplo, integrá-los a diferentes contextos e/ou situações da vivência cotidiana);
5	Introduz/apresenta tópicos ou assuntos levando em consideração concepções alternativas ou experiências socioculturais típicas de estudantes da Educação Básica;
6	Utiliza o vocabulário científico como um recurso que auxilia a aprendizagem das teorias e explicações físicas, sem privilegiar a memorização de termos técnicos e definições;
7	Contribui para a apreensão das relações entre os objetos de ensino-aprendizagem propostos e suas funções socioculturais;
8	Utiliza a contextualização e a Interdisciplinaridade como elementos de organização didático-pedagógica de assuntos e desenvolvimento de atividades;
9	Explora as articulações possíveis entre os componentes curriculares de uma mesma área e entre diferentes áreas;
10	Contempla a História da Ciência articulada aos assuntos desenvolvidos, evitando reduzi-la a cronologias, biografias de cientistas ou a descobertas isoladas;
11	Propõe discussões sobre as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, possibilitando a formação de um cidadão capaz de apreciar e se posicionar criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e tecnologia sobre a vida social e individual;
12	Favorece o desenvolvimento do pensamento autônomo e crítico, a partir dos objetos de ensino-aprendizagem propostos;
13	Oferece a oportunidade de aprofundamento de conhecimentos sobre assuntos científicos e tecnológicos mediado por diferentes linguagens (como, por exemplo, mídia, arte, música e outras formas de expressão cultural);
14	Estimula o estudante para que ele desenvolva habilidades de comunicação oral e escrita, propiciando leitura e produção de formas diversificadas, como artigos científicos, textos jornalísticos e de divulgação científica, gráficos, tabelas, mapas, cartazes, entre outros.

Conjunto de Indicadores de Avaliação - PNL 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação

### Quadro 4.3 – Conceitos, Linguagens e Procedimentos

<b>Aspecto avaliado:</b> correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos presentes na coleção, respeitando tanto os avanços e as conquistas acadêmico-científicas, quanto os princípios didáticos e pedagógicos pertinentes e adequados à natureza da coleção.	
1	Apresenta conceitos, informações e procedimentos, de modo correto, contextualizado e atualizado;
2	Utiliza de modo correto, contextualizado e atualizado, os conceitos e informações em exercícios, atividades, ilustrações ou imagens;
3	Desenvolve os conteúdos e apresenta as atividades de forma contextualizada, considerando tanto a dimensão histórica da produção de conhecimento, quanto a dimensão vivencial dos estudantes, no que se refere à preparação para a vida e para o mundo do trabalho;
4	Favorece a articulação de conteúdos da Física com os de outras áreas curriculares;
5	Apresenta os conteúdos da Física considerando a sua contextualização pertinente a aspectos sociais, históricos, culturais, econômicos ou do cotidiano, evitando a utilização de contextualizações artificiais;
6	Evita utilizar somente situações idealizadas, fazendo referências explícitas às condições das situações trabalhadas, quando essas se fizerem necessárias, e evita apresentar situações de realização impossível ou improvável, sinalizando claramente quando se utiliza de referências do gênero ficção científica;
7	Inclui problemas apresentados mediante enunciados contextualizados e abertos o suficiente para estimular/ permitir estimativas e considerações por parte do professor e do estudante;
8	Evita tratar de forma desarticulada os elementos conceituais que são claramente inter-relacionados na estrutura conceitual da ciência Física;
9	Utiliza abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos consonantes com vertentes epistemológicas contemporâneas;
10	Contempla e aborda, de forma adequada e pertinente, conhecimentos usualmente classificados como de Física Moderna e Contemporânea;
11	Evita apresentar enunciados de leis, caracterização de teorias ou modelos explicativos, desacompanhados de seus limites de validade;
12	Apresenta adequadamente as expressões matemáticas de leis, sempre acompanhadas dos enunciados correspondentes;
13	Evita apresentar fórmulas matemáticas desprovidas de deduções explícitas e/ou argumentações consistentes;
14	Traz uma visão de experimentação coerente com uma perspectiva investigativa, que articule teoria e observação, pensamento e linguagem;
15	Apresenta arranjos experimentais ou experimentos didáticos realizáveis em ambientes escolares típicos, de resultados plausíveis e com periculosidade controlada, alertando claramente acerca dos cuidados específicos para cada procedimento;
16	Utiliza analogias e metáforas de forma cuidadosa e adequada, garantindo a explicitação de suas semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos/conceitos estudados, bem como de seus limites de validade.

Conjunto de Indicadores de Avaliação - PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação

## Quadro 4.4 – Manual do Professor

Aspecto avaliado: observância das características e finalidades específicas do Manual do Professor.	
1	Explícita os objetivos da proposta didático-pedagógica efetivada pela obra;
2	Apresenta os pressupostos teórico-metodológicos com clareza, de modo que fiquem explícitos os princípios subjacentes à proposta didático-pedagógica da obra, tendo em vista: a) papéis do estudante e do professor no processo de ensino/aprendizagem/avaliação; b) tipos de atividades organizadas e propostas; c) papel da avaliação de desempenho dos estudantes; d) forma como o livro se organiza; e) informações complementares necessárias para melhor compreensão da fundamentação teórico-conceitual e prático-metodológica que orientou a produção da obra didática;
3	Descreve a organização geral da obra, tanto em relação ao conjunto dos volumes quanto à estruturação interna de cada um deles;
4	Apresenta a forma de utilização dos livros de modo claro e coerente com a proposta didático-pedagógica;
5	Traz considerações pertinentes e atualizadas sobre as possibilidades de abordagens didático-pedagógicas, baseadas em produções acadêmico-científicas;
6	Discute a visão de ciência presente na coleção, contribuindo para a superação de visões empiristas e/ou indutivistas;
7	Apresenta, em suas orientações didático-pedagógicas, a disciplina escolar Física no contexto da área curricular das Ciências da Natureza, ressaltando as relações e congruências com noções, conceitos e situações, também abordadas em outras disciplinas escolares do Ensino Médio;
8	Fornecer elementos que permitem identificar, no Manual do Professor, a perspectiva interdisciplinar presente na coleção, bem como formas individuais e coletivas de planejar, desenvolver e avaliar projetos interdisciplinares;
9	Indica possibilidades de trabalho interdisciplinar na escola, oferecendo orientação teórico-metodológica e formas de articulação dos conteúdos do livro entre si e com outros componentes curriculares e áreas do conhecimento;
10	Discute diferentes formas, possibilidades, recursos e instrumentos de avaliação que o professor poderá utilizar ao longo do processo de ensino-aprendizagem;
11	Ressalta o papel mediador do professor de Física no processo de aprendizagem do estudante e sua especificidade na condução das atividades didáticas;
12	Propõe atividades adicionais e variadas, que contemplem o aprofundamento de conhecimento nos assuntos tratados, para além daquelas indicadas no livro do estudante;
13	Apresenta sugestões de implementação das atividades do livro do estudante, sobretudo naquelas que envolvam a utilização de experimentos didático-científicos;
14	Contém alertas claros sobre a eventual periculosidade dos procedimentos de experimentação propostos;
15	Oferece, quando pertinente, alternativas para a escolha dos materiais necessários para a realização das atividades experimentais propostas;
16	Oferece sugestões de respostas para as atividades propostas no livro do estudante, procurando, sempre que cabível, discutir diferentes estratégias de solução e possibilidades de desenvolvimento das atividades e respostas pertinentes;

**Conjunto de Indicadores de Avaliação - PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação**

### Quadro 4.4 – Manual do Professor

<b>Aspecto avaliado:</b> observância das características e finalidades específicas do Manual do Professor.	
17	Estimula o professor a continuar investindo em sua própria aprendizagem, ampliando os seus conhecimentos de e sobre Física, bem como sobre as múltiplas formas de desenvolver as suas atividades de ensino (por exemplo, sugestões de leituras complementares, sítios da Internet etc.);
18	Propicia a reflexão sobre a prática docente, favorecendo sua análise por parte do professor e sua interação com os demais profissionais da escola;
19	Apresenta referências atualizadas e de qualidade, que orientem o professor em relação a leituras complementares, tanto sobre os temas que deve abordar em suas aulas, quanto sobre questões relativas ao processo de aprendizagem e às metodologias de ensino.

Conjunto de Indicadores de Avaliação - PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação

### Quadro 4.5 – Projeto Editorial

<b>Aspecto avaliado:</b> adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da coleção.	
1	Organiza seu projeto editorial de forma clara, coerente e funcional, do ponto de vista da proposta didático-pedagógica;
2	Apresenta legibilidade gráfica adequada para o nível de escolaridade visado (desenho, tamanho e espaçamento das letras, palavras e linhas; formato, dimensões e disposição dos textos na página) e impressão que não prejudique a legibilidade no verso da página;
3	Apresenta o texto principal impresso em preto sobre fundo branco, com títulos e subtítulos claramente hierarquizados por meio de recursos gráficos compatíveis;
4	Traz sumário que reflete claramente a organização dos conteúdos e atividades propostos, além de permitir a rápida localização das informações;
5	É isenta de erros de revisão e/ou impressão;
6	Traz ilustrações claras, precisas e adequadas às finalidades para as quais foram elaboradas, tendo em vista sua real necessidade e sua referência explícita ao conteúdo textual;
7	Traz ilustrações que retratam adequadamente a diversidade étnica da população brasileira, bem como a pluralidade social e cultural do país;
8	Traz ilustrações que, quando de caráter científico, respeitam as proporções entre objetos ou seres representados, ou informam quando da sua impossibilidade;
9	Traz ilustrações que estão acompanhadas dos respectivos créditos e da clara identificação da localização das fontes ou acervos de onde foram reproduzidas;
10	Traz gráficos e tabelas que apresentam títulos, fontes e datas; mapas e outras representações gráficas do espaço com legendas, escala, coordenadas e orientação em conformidade com as convenções cartográficas.

Conjunto de Indicadores de Avaliação - PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação

#### 4.4 As Coleções Aprovadas

As coleções didáticas têm incorporado textos em diferentes linguagens, que muito podem contribuir para a formação plena do educando. as abordagens interessantes e contextualizadas sobre a Física Moderna e Contemporânea, o que sinaliza a superação de outro grande desafio para a atualização da gama de assuntos tratados no Ensino Médio. Quanto à forma de apresentação, a maioria das coleções optou por introduzir os conceitos da Física Moderna e Contemporânea a partir de uma sequência histórica, destacando alguns temas e fazendo correlações com o cotidiano. A abordagem da História da Ciência é outro elemento a ser destacado. Nas coleções didáticas atuais, sua presença sofreu significativa ampliação uma limitação de praticamente todas as coleções refere-se à abordagem da interdisciplinaridade. Embora temas interdisciplinares estejam presentes em todas as coleções aprovadas, verifica-se que a formulação de propostas de ações interdisciplinares ainda constitui um desafio a ser superado. Gradualmente essa realidade foi sendo modificada nas coleções didáticas, com a inserção de problematização e contextualização inicial dos conteúdos, experimentação, textos e imagens diversificados, História da Ciência e apoio de tecnologias de informação e comunicação, entre outros elementos.

as coleções didáticas atuais trazem uma quantidade relativamente grande de atividades de natureza experimental, geralmente propondo que sejam realizadas pelos estudantes organizados em pequenos grupos. As atividades têm potencial para enriquecer a abordagem dos assuntos

O manual do professor deve apresentar a fundamentação teórico-metodológica da obra, indicando claramente ao professor as teorias de ensino e aprendizagem que a embasam, descrevendo e explicando a forma de organização da coleção em suas unidades, capítulos e seções, e como isto se relaciona com a legislação educacional vigente.

No anexo G encontram-se O Volume 01 das 12 coleções aprovadas no PNLD 2018 referentes ao componente curricular Física.

É importante salientar que, todas as 12 coleções aprovadas no PNLD 2018, de forma geral no Volume 1, utilizam a Sequência Tradicional dos conteúdos nos livros da Primeira Série do Ensino Médio, que é o objeto de análise desta dissertação.

**A SEQUÊNCIA TRADICIONAL DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA E MATEMÁTICA NA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**5.1 A Sequência Tradicional dos Conteúdos de Física

A sequência tradicional dos conteúdos de Física das Primeiras Séries de Ensino Médio seguida em boa parte dos livros do ensino médio é apresentada a seguir.

É importante salientar que a sequência didática apresentada abaixo é a sequência utilizada por grande parte dos autores dos livros didáticos da Física da Primeira Série do ensino Médio e dos livros de Física I nas fases iniciais de cursos superiores da área de Ciências exatas (Apêndice D). Observa-se também, que a sequência tradicional dos conteúdos de Física dos livros da Primeira Série não segue a sequência didática indicada pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, e que a sequência dos livros didáticos é a mesma desde os anos de 1970.

I - Introdução

- Introdução à Física;
- Introdução à Mecânica.

II - Cinemática

- Cinemática Escalar;
- Movimento Retilíneo Uniforme;
- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado;
- Movimentos Circulares,
- Vetores e Cinemática Vetorial.

III - Dinâmica

- Princípios da Dinâmica;
- Atrito entre Sólidos;
- Dinâmica do movimento circular;
- Resultante Tangencial e Centrípeta;
- Gravitação Universal;
- Movimentos em Campo Gravitacional Uniforme;
- Trabalho e Potência;
- Energia Mecânica e sua Conservação;

- Quantidade de Movimento e sua Conservação.
- Colisões.

#### IV - Estática

- Estática dos Sólidos;
- Estática dos Fluidos.

A sequência tradicional, em seus capítulos iniciais, apresenta nos conteúdos de Cinemática: o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), estes conteúdos exigem do estudante conhecimentos prévios da área da Matemática, como Álgebra, o comportamento das Funções de Primeiro e Segundo Grau e suas respectivas interpretações gráficas. Conteúdos que se não dominados pelo estudante, dificultam e desmotivam a aprendizagem da Física.

Outro importante fator a se relatar é que estes conteúdos iniciais de Física são recorrentes durante o primeiro semestre do ano letivo, e se mal compreendidos, acarretarão em dificuldades extras de aprendizagem e de rendimento escolar durante todo o primeiro e boa parte do segundo trimestres.

Aliado a estes dois fatores, percebemos que a sequência de conteúdos da Matemática na Primeira Série do Ensino Médio apresenta um descompasso com a Sequência Tradicional de Física.

Muitos autores dos livros de Física da Primeira Série iniciam seus exemplares com uma revisão potenciação, notação científica, noções de área e noções de volume, que são conteúdos matemáticos utilizados em Física, que quando forem necessários terão que ser mais uma vez lembrados.

#### 5.2 A Sequência dos Conteúdos de Matemática da Primeira Série do Ensino Médio

Os livros didáticos da Matemática apresentam, de maneira geral, à seguinte sequência de conteúdos na Primeira Série do Ensino Médio.

##### I – Os Conjuntos

- Estudando conjuntos;
- Igualdade de conjuntos;

- Conjuntos unitário, vazio e inverso;
- Subconjuntos;
- Operações com conjuntos;
- Problemas envolvendo conjuntos;
- Conjuntos numéricos;
- Intervalos.

## II – As Funções

- Estudando funções;
- Produto cartesiano;
- Conceito de função;
- Gráfico de uma função;
- Funções crescente, decrescente e constante;
- Funções injetora, sobrejetora e bijetora.

## III – Função Afim

- Estudando a função afim;
- Gráfico de uma função afim;
- Função crescente e função decrescente;
- Estudando o sinal de uma função afim;
- Proporcionalidade e função linear;
- Inequação de primeiro grau.

## IV – Função Quadrática

- Estudando a função quadrática;
- Gráfico de uma função quadrática;
- Valor de máximo ou valor de mínimo de uma função quadrática;
- Estudando o sinal de uma função quadrática;
- Inequação de segundo grau.

## V – Função Exponencial

- Estudando a função exponencial;
- Reverso potenciação;
- Notação científica;
- Função exponencial;
- Equação exponencial;
- Inequação exponencial.

#### VI – Logaritmo e Função Logarítmica

- Estudando Logaritmo;
- Propriedades operatórias dos logaritmos;
- Função logarítmica;
- Equação logarítmica;
- Inequação logarítmica.

#### VII – Função Modular

- Módulo de um número real;
- Função modular;
- Equação modular;
- Inequação modular.

#### VIII – As progressões

- Sequências;
- Progressão aritmética (PA);
- Progressão geométrica (PG).

#### IX – Trigonometria no Triângulo

- Teorema de Tales;
- Teorema de Pitágoras;
- Trigonometria no triângulo retângulo;
- Trigonometria no triângulo qualquer.

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo divide a sequência didática da Matemática, nas Séries do Ensino Médio, por bimestres na seguinte ordem:

Quadro 5.1 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Matemática - Primeiro Bimestre

	1ª Série	2ª Série	3ª Série
1º Bimestre	<p><b>Números e seqüências</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntos numéricos.</li> <li>• Regularidades numéricas: seqüências.</li> <li>• Progressões aritméticas e progressões geométricas.</li> </ul>	<p><b>Trigonometria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenômenos periódicos.</li> <li>• Funções trigonométricas.</li> <li>• Equações e inequações.</li> <li>• Adição de arcos.</li> </ul>	<p><b>Geometria analítica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos: distância, ponto médio e alinhamento de três pontos.</li> <li>• Reta: equação e estudo dos coeficientes; problemas lineares.</li> <li>• Ponto e reta: distância.</li> <li>• Circunferência: equação.</li> <li>• Reta e circunferência: posições relativas.</li> <li>• Cônicas: noções e aplicações.</li> </ul>

Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Matemática / Coord. Maria Inês Fini. São Paulo : SEE, 2008.

Quadro 5.2 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo:  
Matemática - Segundo Bimestre

	1ª Série	2ª Série	3ª Série
2º Bimestre	<p><b>Funções</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relação entre duas grandezas.</li> <li>• Proporcionalidades: direta, inversa, direta com o quadrado.</li> <li>• Função de 1º grau.</li> <li>• Função de 2º grau.</li> </ul>	<p><b>Matrizes, determinantes e sistemas lineares</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrizes: significado como tabelas, características e operações.</li> <li>• A noção de determinante de uma matriz quadrada.</li> <li>• Resolução e discussão de sistemas lineares: escalonamento.</li> </ul>	<p><b>Equações algébricas e números complexos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equações polinomiais.</li> <li>• Números complexos: operações e representação geométrica.</li> <li>• Propriedades das raízes de uma equação polinomial.</li> <li>• Relações de Girard.</li> </ul>

Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Matemática / Coord. Maria Inês Fini. São Paulo : SEE, 2008.

Quadro 5.3 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo: Matemática - Terceiro Bimestre

	1ª Série	2ª Série	3ª Série
3º Bimestre	<p><b>Funções exponencial e logarítmica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crescimento exponencial.</li> <li>• Função exponencial: equações e inequações.</li> <li>• Logaritmos: definição e propriedades.</li> <li>• Função logarítmica: equações e inequações.</li> </ul>	<p><b>Análise combinatória e probabilidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raciocínio combinatório: princípios multiplicativo e aditivo.</li> <li>• Probabilidade simples.</li> <li>• Casos de agrupamentos: arranjos, combinações e permutações.</li> <li>• Probabilidade da reunião e/ou da intersecção de eventos.</li> <li>• Probabilidade condicional.</li> <li>• Distribuição binomial de probabilidades: o triângulo de Pascal e o Binômio de Newton.</li> </ul>	<p><b>Estudo das funções</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidades das funções.</li> <li>• Gráficos: funções trigonométricas, exponencial, logarítmica e polinomiais.</li> <li>• Gráficos: análise de sinal, crescimento e taxa de variação.</li> <li>• Composição: translações e reflexões.</li> <li>• Inversão.</li> </ul>

Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Matemática / Coord. Maria Inês Fini. São Paulo : SEE, 2008.

Quadro 5.4 - Proposta Curricular Bimestral do Estado de São Paulo:  
Matemática - Quarto Bimestre

	1ª Série	2ª Série	3ª Série
4º Bimestre	<p><b>Geometria- Trigonometria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razões trigonométricas nos triângulos retângulos.</li> <li>• Polígonos regulares: inscrição, circunscrição e pavimentação de superfícies.</li> <li>• Resolução de triângulos não retângulos: lei dos senos e lei dos co-senos.</li> </ul>	<p><b>Geometria métrica espacial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementos de geometria de posição.</li> <li>• Poliedros, prismas e pirâmides.</li> <li>• Cilindros, cones e esferas.</li> </ul>	<p><b>Estatística</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráficos estatísticos: cálculo e interpretação de índices estatísticos.</li> <li>• Medidas de tendência central: média, mediana e moda.</li> <li>• Medidas de dispersão: desvio médio e desvio padrão.</li> <li>• Elementos de amostragem.</li> </ul>

Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Matemática / Coord. Maria Inês Fini. São Paulo : SEE, 2008.

Todos os conteúdos de Matemática apresentados nos quadros 5.1 a 5.4 são de extrema relevância, porém o aluno da Primeira Série do Ensino Médio não os percebe como ferramentas para resolver exercícios de Física, entendendo-os como dissociados da realidade das demais Ciências. O aluno não consegue enxergar uma função como representação matemática do movimento de um móvel ou que o gráfico desta mesma função descreve este mesmo movimento ponto a ponto.

Por sua vez, a Secretaria da Educação do Estado de Santa Catarina apresenta a proposta curricular de Matemática na mesma estrutura que apresenta a proposta curricular de Física; de forma abrangente e generalizada, sem a divisão dos conteúdos por bimestre ou trimestre, conforme quadros abaixo.

Quadro 5.5 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina  
Matemática – Campos Numéricos

CAMPOS NUMÉRICOS	ENSINO FUNDAMENTAL								ENSINO MÉDIO			
	PRÉ	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	1ª	2ª	3ª
1. NÚMEROS NATURAIS												
• Produção histórico-cultural												
• Conceito												
• Sistema de numeração decimal												
• Operações												
2. NÚMEROS RACIONAIS												
• Produção histórico-cultural												
• Conceito												
• Operações												
2.1. Números decimais												
• Proporcionalidade e Matemática Comercial/Financeira (Razão/Proporção)												
• Porcentagem												
• Sistema Monetário												
• Câmbio												
3. NÚMEROS INTEIROS												
• Produção histórico-cultural												
• Conceito												
• Operações												
4. N <sup>OS</sup> IRRACIONAIS E REAIS												
• Produção histórico-cultural												
• Conceito												
• Operações												
5. NÚMEROS COMPLEXOS												
• Produção histórico-cultural												
• Conceitos												
• Operações												
6. ANÁLISE COMBINATÓRIA												

Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática  
/Santa Catarina: SEE, 2008.

Quadro 5.6 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina  
Matemática – Campos Algébricos

CAMPOS ALGÉBRICOS	ENSINO FUNDAMENTAL								ENSINO MÉDIO			
	PRÉ	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	1ª	2ª	3ª
1. ALGEBRA												
• Produção histórico-cultural												
• Sequências												
• Conceitos												
• Operações com expressões algébricas (cálculo algébrico, produtos notáveis e fatoração)												
• Expressões polinomiais de uma ou mais variáveis												
2. RELAÇÕES E FUNÇÕES												
3. EQUAÇÕES E INEQUAÇÕES												
4. MATRIZES E SISTEMAS LINEARES												

Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática  
/Santa Catarina: SEE, 2008.

Quadro 5.7 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina  
Matemática – Campos Geométricos

CAMPOS GEOMÉTRICOS	PRE	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	1ª	2ª	3ª
1. GEOMETRIA												
• Produção histórico-cultural												
• Exploração do espaço tridimensional												
• Elementos de Desenho Geométrico												
• Estudo das Representações Geométricas no Plano												
• Geometria Analítica												
2. SISTEMAS DE MEDIDAS												
• Produção histórico-cultural												
• Conceitos e Medidas de: Comprimento, superfície, Volume, capacidade, ângulo, Tempo, massa, peso, velocidade e temperatura												
3. TRIGONOMETRIA												
• Produção histórico-cultural												
• Relações trigonométricas no Triângulo retângulo												
• Funções trigonométricas												

Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática  
/Santa Catarina: SEE, 2008.

Quadro 5.8 - Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina  
Matemática – Estatística e Probabilidade

ESTATÍSTICA E PROBABILIDADES	PRE	ENSINO FUNDAMENTAL								ENSINO MÉDIO		
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	1ª	2ª	3ª
1. ESTATÍSTICA												
• Produção histórico-cultural												
• Noções Básicas												
2. LEITURA, INTERPRETAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE TABELAS E GRÁFICOS												
3. PROBABILIDADES												
4. PARÂMETROS ESTATÍSTICOS (média, mediana, moda e desvio padrão)												

Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática  
/Santa Catarina: SEE, 2008.

A Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina para a Matemática apesar de abrangente é mais específica que a proposta curricular de Física. A passagem gradativa da cor branca para a cor preta, em cada conteúdo, corresponde a uma também gradativa passagem de um tratamento assistemático para sistemático.

*“Tratar assistematicamente um conteúdo significa abordá-lo enquanto noção ou significação social, sem preocupação em defini-lo simbólica ou formalmente. Tratar sistematicamente um conteúdo matemático significa dizer que ele será trabalhado conceitualmente, utilizando-se na medida do possível, a linguagem matemática simbólica tal como foi historicamente convencionada e organizada. A gradação da passagem deve ser feita a critério do professor e de acordo com as peculiaridades dos alunos com os quais está trabalhando.”*

(Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: Matemática /Santa Catarina: SEE, 2008).

### 5.3 A Falta de Sincronia dos Conteúdos de Física e Matemática

Ao analisar a sequência dos conteúdos de Física e Matemática, indicadas pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, mesmo sendo os conteúdos das duas disciplinas divididos por bimestres, ainda encontramos a falta de sincronia nos conteúdos de ambas as disciplinas, pois conteúdos matemáticos necessários à Física são ministrados em bimestres posteriores na Matemática. (Quadros 5.1 a 5.4).

Analisando as divisões dos conteúdos de Matemática e Física, indicados pela Secretaria da Educação do Estado de Santa Catarina, determinar quando cada conteúdo é ministrado dentro de cada Série do Ensino Médio enfatiza a falta de sincronia entre as duas disciplinas, que acabam sendo ministradas completamente dissociadas uma da outra. (Quadros 5.5 a 5.8 ).

Aliado a esta falta de sincronia dos conteúdos, ainda nos deparamos com a falta de lembrança por parte dos alunos dos conteúdos de Matemática, relevantes à Física, vistos no Nono Ano do Ensino Fundamental II.

### 5.4 As Lacunas de Conteúdo Matemático para a Compreensão dos Conteúdos de Física

As quatro operações fundamentais da Matemática, adição, subtração, multiplicação e divisão são essenciais no tratamento matemático dos problemas de Física e especialmente a divisão de números com vírgula. As operações de exponenciação e radiciação também são muito

utilizadas quando é ministrado o conteúdo de Gravitação Universal na Primeira Série do Ensino Médio.

A falta de domínio das ordens de operações matemáticas e a dificuldade em realizar cálculos simples são desmotivadores para os alunos, dificultando ainda mais a aprendizagem da Física.

Operações com vetores, ente matemático abstrato, simplesmente não aparece na relação de conteúdos da Matemática, tanto da Primeira Série do Ensino Médio quanto no Nono Ano do Ensino Fundamental II.

A falta de domínio das funções de primeiro e segundo grau e suas representações gráficas, muito utilizadas na cinemática, torna a aprendizagem da Física, em várias situações, ainda mais traumática.

Estas lacunas deixadas pela Matemática obrigam os professores de Física a ministrarem estes conteúdos, ou os treinarem com os alunos, para que possam prosseguir com seu conteúdo específico.

Aliadas a estas lacunas, nos deparamos com uma geração de estudantes cada vez mais imediatista, superficial e imatura, mas estas características dos estudantes não são objetos de estudo deste trabalho.

**A NOVA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA NA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**6.1 A Justificativa para a Modificação da Sequência dos Conteúdos de Física na Primeira Série do Ensino Médio

A proposta de inversão na ordem de apresentação de alguns conteúdos de Física é uma tentativa de minimizar as dificuldades iniciais de aprendizagem na disciplina, com o objetivo de aumentar o desempenho dos estudantes na Primeira Série do Nível Médio.

Esta proposta de alteração da sequência dos conteúdos é diferente das demais porque, após a apresentação dos conceitos iniciais de Grandezas, Forças e Equilíbrio, ela começa com o estudo da Estática, analisando as Forças que atuam em corpos em Equilíbrio Estático tanto de Translação quanto de Rotação.

Nesta Nova Sequência de conteúdos o aluno da Primeira Série do Ensino Médio consolida as noções de Força Resultante, Equilíbrio, Ponto Material e Corpo Extenso utilizando conceitos matemáticos mais simples do que os encontrados na Sequência Tradicional.

O livro Física, de Aurélio Gonçalves Filho e Carlos Toscano, volume único, apresenta uma sequência de conteúdos que também inicia com o conceito de Força no primeiro capítulo e com a Lei Fundamental dos Movimentos no segundo. No seu livro, Gonçalves e Toscano abordam o Movimento através da Conservação da Quantidade de Movimento Linear. (Apêndice A)

A Nova Sequência de conteúdos, proposta neste trabalho, não quer suprimir conteúdos do currículo da Física, apenas pretende adequá-los numa lógica diferente. Ao invés de se iniciar o estudo da Física pelos corpos em movimento, inicia seu estudo pelos corpos em repouso.

Outro problema recorrente à disciplina de Física em alguns cursos de Ciências Exatas de nível superior, é que alunos com baixo rendimento acabam por abandonar o curso de graduação ou acabam por repetir as cadeiras iniciais por apresentarem as mesmas dificuldades de pré-requisitos matemáticos e de aprendizagem dos alunos do ensino médio.

## 6.2 A Nova Sequência dos Conteúdos de Física na Primeira Série do Ensino Médio

A nova proposta de sequência de conteúdos fica dividida em um número maior de capítulos, apresentados a seguir:

### I - Introdução

- Introdução à Física;
- Conceitos de grandezas físicas;
- Noções de Força e classificação dos tipos ou classes de forças;
- Força Peso, força Normal e força de Tração;
- Conceituação de Força Resultante;
- Conceituação de Equilíbrio e Condições de Equilíbrio.

### II – Estática

- Estática do Ponto Material (Paralelamente: Operações com Vetores, Regra do Paralelogramo, Decomposição Vetorial);
- Estática do Corpo extenso;
- Alavancas.

### III– Dinâmica I

- Princípios da Dinâmica (Leis de Newton);
- Aplicação das Leis de Newton;
- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado;
- Força de Atrito.

### IV– Dinâmica II

- Dinâmica de blocos;
- Atrito entre Sólidos;
- Trabalho e Potência;
- Energia Mecânica e sua Conservação;
- Quantidade de Movimento e sua Conservação;
- Colisões.

### V - Cinemática

- Movimento Retilíneo Uniforme;
- Movimentos Circulares;
- Dinâmica do Movimento Circular;
- Resultante Tangencial e Centrípeta;

- Movimentos em Campo Gravitacional Uniforme.

## VI – Mecânica Celeste

- Gravitação Universal.

## VII – Estática dos Fluidos

- Hidrostática.

### 6.3 A Simplificação Didática do Conteúdo no Estudo de Física na Primeira Série do Ensino Médio

Ao apresentar os conteúdos iniciais de Física o professor enfatiza o conceito de Força, partindo da ideia intuitiva até os conceitos corretos de classes de Força, Força Peso e Força Normal.

O conteúdo de Vetores deve ser direcionado utilizando os conceitos de Força vistos anteriormente, apresentando vetores com uma abordagem física e não somente matemática.

Uma vez conhecido o conceito de Força e das operações vetoriais (matemáticas) que podem ser realizadas, definir o conceito de Força Resultante, conhecimento básico para a Estática.

Definir Estática de Ponto Material, apresentar a condição de Equilíbrio utilizando, se possível, situações do cotidiano, e apresentar regras de cálculo para se estabelecer esta condição de equilíbrio.

Definir Estática de Corpo Extenso, apresentar as condições de Equilíbrio do Corpo Extenso, definir Momento ou Torque de uma Força e aplicar as regras de cálculo para se estabelecer as condições de Equilíbrio do Corpo Extenso.

Apresentar os tipos de Alavancas, suas diferenças e onde são utilizadas.

Conhecido o conceito de Força, Força Resultante, Peso e Força Normal, apresentar as Leis de Newton e as bases da Dinâmica. Que ficou designado como Dinâmica I.

Estabelecer que a Aceleração adquirida por um corpo surge devido à ação de uma Força aplicada sobre este corpo, e que esta pode ser positiva ou negativa, apresentar o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado com suas respectivas equações e gráficos. Conceituar Força de Atrito e utilizá-la em exemplos e exercícios com o MRUV.

Apresentar então a Dinâmica dos blocos e o atrito entre os sólidos da forma mais conveniente a cada professor, e os demais conteúdos

pertinentes à Dinâmica, Energia Mecânica e sua Conservação, Quantidade de Movimento e sua Conservação, Colisões, designados como Dinâmica II.

A Cinemática é apresentada após a Dinâmica com o objetivo de facilitar seu entendimento, restringindo-a ao Movimento Retilíneo Uniforme e seus gráficos, ao Movimento Circular Uniforme e as forças que atuam no Movimento Circular, hoje chamada de Dinâmica do Movimento Circular, evitando a separação do MCU com as forças que nele atuam, o que ocorre na Sequência Tradicional.

Conhecido o Movimento Circular, apresentar a Gravitação Universal utilizando as Leis de Kepler e a Lei Geral da Gravitação de Newton, fechando assim toda a parte da Física referente ao movimento.

A Hidrostática é apresentada em um capítulo específico, denominada Estática dos Fluidos, porque apresenta conteúdos que não foram estudados nos capítulos anteriores.

A conversão de unidades aparece em todos os tópicos da Física da Primeira Série, é de extrema relevância para a disciplina e deve ser praticada durante todo o Ensino Médio.

#### 6.4 As Possíveis Dúvidas na Apresentação da Nova Sequência Didática

Vetores e as operações vetoriais podem ser apresentados ao se definir que Força é uma grandeza vetorial. As operações matemáticas de adição e subtração vetoriais podem ser explicadas com exemplos simples como o cabo de guerra ou o reboque de carros. A regra do paralelogramo tem um excelente exemplo no esporte de arco e flecha, onde também podemos demonstrar a decomposição vetorial, as relações trigonométricas da decomposição e a lei dos cossenos e a lei dos senos, necessários para uma boa compreensão da Estática.

Após explicar as Leis de Newton e o conceito de Aceleração, como grandeza vetorial responsável pela variação da Velocidade de um móvel, introduzir o conceito de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e suas funções matemáticas, exemplificando com resolução de exercícios que usam o Princípio Fundamental da Dinâmica e as funções do MRUV.

Conceituar Força de Atrito, diferenciar os tipos de atrito e seus coeficientes, e resolver exercícios que utilizem atrito e as funções do MRUV.

O Movimento Retilíneo Uniforme é explicado após a Dinâmica, considerando que agora o aluno já identifica a diferença entre Força Resultante nula e não nula, e entende que o MRU é um caso particular de movimento com Velocidade constante e Aceleração nula.

Agora todo o Movimento Circular Uniforme, e toda a Dinâmica do Movimento Circular podem ser explicados em um único momento, pois toda a teoria para seu entendimento completo foi explicada anteriormente.

7.1 A Nova Sequência

A Nova Sequência dos conteúdos de Física foi aplicada nas turmas I, J e K da Primeira Série do Ensino Médio Noturno do Colégio Catarinense, no município de Florianópolis, Santa Catarina, nos anos de 2011 e 2012, utilizando um conjunto de materiais, denominados módulos (Apêndice B), produzidos e ministrados pelo professor Michael Romano Stolf, sob a supervisão do orientador pedagógico do Colégio, professor André Perini.

A Sequência Tradicional dos conteúdos de Física foi aplicada nas turmas I, J e K da Primeira Série do Ensino Médio Vespertino, na mesma instituição, nos anos de 2013 e 2014, utilizando um material apostilado do Ético Sistema de Ensino da Editora Saraiva.(Apêndice C). O conteúdo do Sistema Ético foi ministrado pelo professor Michael Romano Stolf, sob a supervisão do orientador pedagógico do colégio, professor Pedro Baesso.

As turmas da Primeira Série do Ensino Médio Noturno e Vespertino eram compostas de alunos bolsistas, oriundos de escolas públicas da grande Florianópolis. Cada turma continha aproximadamente cinquenta alunos e a disciplina de Física possuía uma carga horária de três aulas semanais no período noturno e quatro aulas semanais no período vespertino.

As avaliações das primeiras séries eram mensais, num total de três avaliações por trimestre (provas), que compunham a média dos alunos.

O desempenho dos alunos foi comparado considerando-se as médias do primeiro e segundo trimestres das turmas que seguiram Sequência Tradicional e das turmas que seguiram a Nova Sequência.(Apêndice E).

Observando-se as médias, as turmas que seguiram a Nova Sequência tiveram um rendimento melhor do que as turmas da Sequência Tradicional. (Apêndice E).

As duas sequências foram ministradas para doze turmas de alunos pelo mesmo professor, seis turmas para cada sequência, e é importante relatar que as turmas que seguiram a Nova Sequência visualizaram

a mesma quantidade de conteúdos das turmas que seguiram a Sequência Tradicional, apesar de terem uma aula semanal a menos.

## 7.2 A Nova Sequência Dividida em Trimestres

Atualmente nas unidades escolares de nível médio de Santa Catarina os conteúdos programáticos são divididos em trimestres para se compor a média anual dos estudantes.

Abaixo apresentamos uma sugestão para a divisão trimestral da Nova Sequência dos conteúdos de Física.

### **PRIMEIRO TRIMESTRE**

#### I - Introdução

- Introdução à Física;
- Conceitos de grandezas físicas;
- Noções de Força e classificação dos tipos ou classes de forças;
- Força Peso, força Normal e força de Tração;
- Conceituação de Força Resultante;
- Conceituação de Equilíbrio e Condições de Equilíbrio.

#### II – Estática

- Estática do Ponto Material (Paralelamente: Operações com Vetores, Regra do Paralelogramo, Decomposição Vetorial);
- Estática do Corpo extenso;
- Alavancas.

#### III– Dinâmica I

- Princípios da Dinâmica (Leis de Newton);
- Aplicação das Leis de Newton;
- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado;
- Força de Atrito.

### **SEGUNDO TRIMESTRE**

#### IV– Dinâmica II

- Dinâmica de blocos;
- Atrito entre Sólidos;
- Trabalho e Potência;
- Energia Mecânica e sua Conservação;
- Quantidade de Movimento e sua Conservação;

- Colisões.

#### V - Cinemática

- Movimento Retilíneo Uniforme;

- Movimentos Circulares;

- Dinâmica do Movimento Circular;

- Resultante Tangencial e Centrípeta;

- Movimentos em Campo Gravitacional Uniforme.

### **TERCEIRO TRIMESTRE**

#### VI – Mecânica Celeste

- Gravitação Universal.

#### VII – Estática dos Fluidos

- Hidrostática.

A Sequência Tradicional dos conteúdos de Física para a Primeira Série é adotada pela grande maioria dos livros didáticos do Ensino Médio e, com algumas pequenas variações e adendos, também é aplicada nas fases iniciais dos cursos de Ciências Exatas de nível superior. (Apêndice D).

Considerando que a Cinemática tem uma menor importância que a Dinâmica, a Sequência Tradicional despende um tempo considerável para ensiná-la na forma que ela está inserida, e isto se deve a uma gama de recursos matemáticos necessários para compreendê-la.

A Nova Sequência proposta distribui os conteúdos de Física da Primeira Série do Ensino Médio, objetivando facilitar sua compreensão, e permitir que os recursos matemáticos necessários para uma melhor assimilação e descrição dos fenômenos físicos sejam primeiro ministrados na disciplina de Matemática, para posteriormente serem aplicados na Física.

Após analisar a proposta curricular de Física da Secretaria Estadual da Educação do Estado de Santa Catarina, concluí-se que a Secretaria não apresenta uma sequência formal de conteúdos para ser seguida pelas unidades escolares do Estado, permitindo que cada unidade escolar, seja ela pública ou privada, siga a sequência que melhor lhe aprouver. Porém, como as unidades escolares do Estado adotam os livros didáticos do Ensino Médio das grandes editoras do país, acabamos sempre por adotar a Sequência Tradicional dos conteúdos de Física.

No ensino superior, as funções matemáticas utilizadas na Cinemática também são responsáveis pelo baixo rendimento de muitos alunos, o que poderia ser minimizado se uma sequência alternativa também fosse proposta. Depoimentos de professores que experimentaram este tipo de sequência didática corroboram a necessidade de discutir essa questão no ensino superior. (Apêndice F).

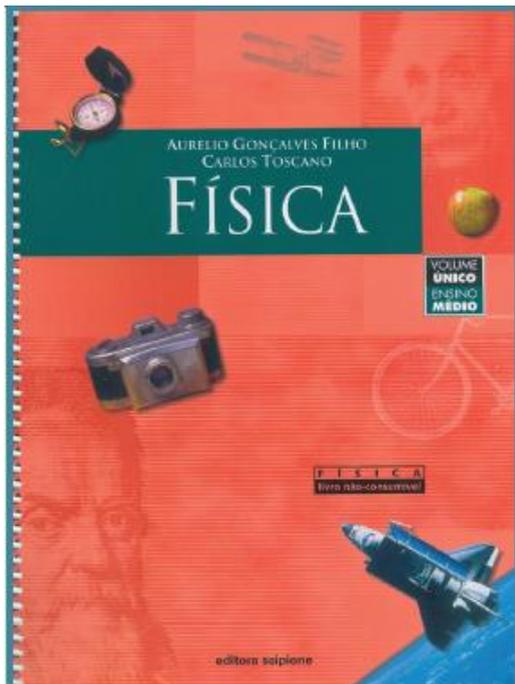
Como observado nos indicadores de notas (Apêndice E) a nova sequência de conteúdos possibilita que os estudantes apresentem um melhor rendimento na disciplina de Física da Primeira Série, comprovando sua eficácia em comparação com a Sequência Tradicional,

O Produto Educacional desta dissertação contém seis módulos que apresentam à Nova Sequência de conteúdos para a Primeira Série

do Ensino Médio é apresentada no Apêndice H, para que possa ser disponibilizada a todos os professores que se interessem em sua aplicação.

A

**Apêndice**  
**SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO LIVRO DE FÍSICA DE GONÇALVES E TOSCANO**



Volume único

*Unidade 1 – Mecânica (119 páginas)*

Capítulo 1 - Forças;

Capítulo 2 - Lei Fundamental dos movimentos;

Capítulo 3 - Ação e reação, inércia e conservação da quantidade de movimento;

Capítulo 4 – Gravitação;

Capítulo 5 – Estática;

Capítulo 6 - Estática dos fluidos;

Capítulo 7 – Energia;

Capítulo 8 - Trabalho e potência.

*Unidade 2 - Física Térmica e Óptica (137 páginas)*

Capítulo 1 - Uma teoria para a temperatura e o calor;

Capítulo 2 - Efeitos da transferência de energia;

Capítulo 3 - Máquinas Térmicas;

Capítulo 4 - Luz, visão e fenômenos luminosos;

Capítulo 5 - Reflexão da Luz;

Capítulo 6 - Refração da Luz;

Capítulo 7 - Luz: Partícula ou onda?

*Unidade 3 - Eletricidade e Magnetismo (115 páginas)*

Capítulo 1 - Aparelhos e circuitos elétricos: Eletrodinâmica;

Capítulo 2 - Campo Elétrico, tensão e modelo de corrente elétrica;

Capítulo 3 - Magnetismo e Eletricidade;

Capítulo 4 - Energia Elétrica: produção e distribuição.

*Capítulos complementares (37 páginas)*

Capítulo 1 - Cinemática vetorial;

Capítulo 2 - Cinemática escalar.

# Apêndice

## MÓDULOS

B



Física – 1ª Série – Módulo 1

Professor: Michael Romano Stolf

**Mecânica:** É o ramo da física que estuda o movimento dos corpos e as condições de sua realização.

A mecânica por sua vez divide-se em: Cinemática, estática e dinâmica.

**Sistema Internacional de Unidades:** Também conhecido por MKS (metro, quilograma e segundo), o SI é o conjunto de unidades que uniformiza os padrões de medidas.

**Estática:** É a parte da física que estuda as forças que atuam nos corpos em equilíbrio estático (repouso).

**Dinâmica:** É a parte da física que estuda os movimentos e as causas que o produzem, estabelecendo as relações entre causa e efeito.

**Cinemática:** É a parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos sem se preocupar com suas causas. Na cinemática não importa saber o que causa o movimento de um corpo.

### Conceitos Iniciais

**Referencial:** É um ponto de comparação para o movimento. Em relação a um referencial um corpo pode estar em movimento e, simultaneamente, em repouso em relação a outro referencial.

**Posição:** É o local ocupado pelo corpo, medido a partir do referencial adotado.

**Movimento:** Um corpo está em movimento quando sua posição se altera com o passar do tempo em relação ao referencial adotado.

**Repouso:** Um corpo está em repouso quando sua posição não se altera com o passar do tempo em relação ao referencial adotado.

**Grandeza Escalar:** É a grandeza (tudo o que pode ser medido) que fica perfeitamente definida por um número e uma unidade.

**Grandeza Vetorial:** É a grandeza que para ficar perfeitamente definida necessita, além do número e unidade, uma direção e um sentido.

**Distância Percorrida ( $\Delta x$ ):** É uma grandeza escalar que representa distância que o móvel percorreu. É a soma de todas as sucessivas posições ocupadas pelo móvel. Seu valor é sempre positivo.

**Deslocamento ( $\vec{\Delta x}$ ):** É a menor distância (reta) entre o ponto de partida e o ponto de chegada de um movimento. É uma grandeza vetorial e seu valor pode ser positivo, negativo ou nulo.

$$\vec{\Delta x} = x - x_0$$

Onde  $x$  = posição final (ponto de chegada)  
 $x_0$  = posição inicial (ponto de partida)

**Lembre-se:** o deslocamento é sempre menor ou igual à distância percorrida. O deslocamento somente será igual à distância percorrida quando este se realizar em um único sentido e em linha reta.

**Tempo:** Grandeza escalar, sempre positiva, que representa a duração de um determinado fenômeno.

$$\Delta t = t - t_0$$

Onde  $\Delta t$  = intervalo de tempo  
 $t$  = tempo final  
 $t_0$  = tempo inicial

**Massa:** Grandeza escalar relacionada à quantidade de matéria que compõe o corpo. É uma das grandezas fundamentais da física, utilizada para determinar a inércia de um corpo.

**Força:** Grandeza vetorial. É todo agente capaz de alterar o estado de movimento de um corpo e/ou deformá-lo. Pode ser classificada como força de campo (quando atua à distância) ou força de contato.

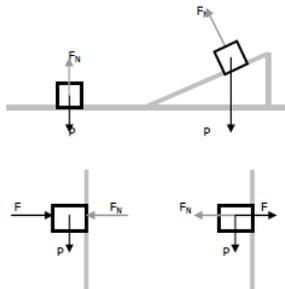
**Força Peso:** O peso de um corpo relaciona-se a força de atração gravitacional que o planeta, em que este corpo se encontra, exerce sobre ele. É uma grandeza vetorial, pois está sempre dirigida para o centro do planeta.

$$P = m \cdot g$$

Onde  $g$  é a aceleração da gravidade criada pelo campo gravitacional do planeta. O valor de  $g$  depende do tamanho do planeta e da altitude que o corpo se encontra em relação ao centro do planeta.

Na Terra o valor médio da aceleração da gravidade é de aproximadamente  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

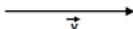
**Força Normal:** É a força que a superfície de contato exerce sobre o corpo nela apoiado. A força normal tem sua direção sempre perpendicular à superfície de contato e seu sentido é sempre para fora do plano.



### Vetores

Este matemático abstrato dotado de módulo, direção e sentido. Em outras palavras vetor é um recurso matemático utilizado em física para representar grandezas vetoriais; grandezas que possuem módulo, direção e sentido.

Sendo um ente matemático os vetores podem ser somados, subtraídos, multiplicados e divididos, além de algumas operações especiais que veremos mais adiante. Os vetores são representados por setas, como na figura abaixo:



O tamanho do vetor representa o seu módulo ou intensidade, a inclinação representa a sua direção e o lado para o qual a seta aponta indica o seu sentido. O vetor  $\vec{v}$  acima tem um módulo de 3 cm, sua direção é horizontal e seu sentido é para a direita.

Outro exemplo é o vetor  $\vec{a}$  abaixo:



O vetor  $\vec{a}$  tem módulo de 1,5 cm, direção vertical e sentido para baixo.

**Vetor Oposto:** Um vetor é dito oposto a outro quando possui o mesmo módulo, a mesma direção e sentido contrário ao vetor considerado.

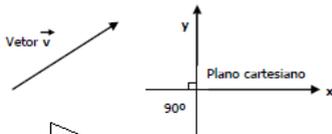


O vetor da direita ( $-\vec{v}$ ) é o vetor oposto ao vetor  $\vec{v}$  (esquerda).



O vetor da direita ( $-\vec{a}$ ) é o vetor oposto ao vetor  $\vec{a}$  (esquerda).

**Decomposição Vetorial:** Um vetor  $\vec{v}$  qualquer, que está numa direção diagonal pode ser representado por dois vetores perpendiculares entre si ( $90^\circ$ ). Para determinarmos estes dois vetores, usamos o plano cartesiano e as relações trigonométricas do triângulo retângulo.



Senô do ângulo  $\alpha = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Hipotenusa}}$   $\text{sen } \alpha = \frac{b}{a}$

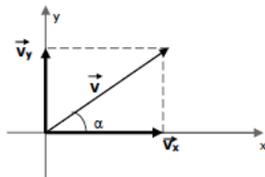
Cosseno do ângulo  $\alpha = \frac{\text{Cateto Adjacente}}{\text{Hipotenusa}}$   $\text{cos } \alpha = \frac{c}{a}$

Tangente do ângulo  $\alpha = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Cateto Adjacente}}$   $\text{tg } \alpha = \frac{b}{c}$

Teorema de Pitágoras

$$a^2 = b^2 + c^2$$

Fazendo a decomposição do vetor  $\vec{v}$ :



$$\text{sen } \alpha = V_y/V \quad \text{cos } \alpha = V_x/V \quad \text{tg } \alpha = V_y/V_x$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

Podemos concluir que:

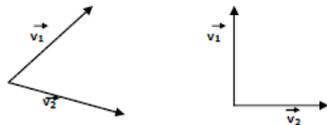
- Os vetores  $\vec{V}_x$  e  $\vec{V}_y$  são as componentes ortogonais (perpendiculares) do vetor  $\vec{V}$ , pois formam  $90^\circ$  entre si.

- Os vetores  $\vec{V}_x$  e  $\vec{V}_y$  são calculados a partir das relações trigonométricas do triângulo retângulo.

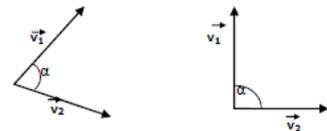
$$v_x = v \text{ cos } \alpha \quad v_y = v \text{ sen } \alpha$$

**Regra do Paralelogramo:** Observamos que na decomposição vetorial, de um único vetor fazemos surgir dois vetores que exercem a mesma função do primeiro. Na regra do paralelogramo, de dois vetores que tem origens comuns fazemos surgir um único vetor, chamado de **vetor resultante**  $\vec{R}$ , que substitui os dois vetores iniciais.

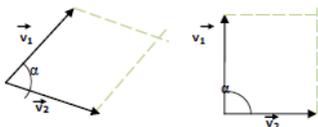
Dados dois vetores,  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$  quaisquer, de origens comuns a um mesmo ponto.



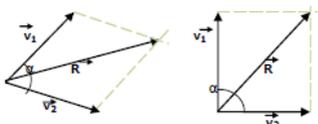
Tendo as origens em um mesmo ponto, entre os vetores  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$  define-se um ângulo.



Faz-se a projeção vetorial do vetor  $\vec{v}_1$  sobre o vetor  $\vec{v}_2$  e do vetor  $\vec{v}_2$  sobre o vetor  $\vec{v}_1$ ?



Traça-se o vetor resultante que tem origem comum aos vetores  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$  e sua extremidade no encontro das projeções.



Note que a regra do paralelogramo nos permite determinar a direção e o sentido do vetor resultante.

Para calcularmos o módulo (intensidade) do vetor resultante utilizamos o recurso matemático da lei dos cossenos que estabelece que:

$$R^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2 \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot \cos\alpha$$

### Exercícios

1. Considere as seguintes grandezas físicas mecânicas: TEMPO, MASSA, FORÇA, VELOCIDADE e TRABALHO. Dentre elas, têm caráter vetorial apenas
- força e velocidade.
  - massa e força.
  - tempo e massa.
  - velocidade e trabalho.
  - tempo e trabalho.

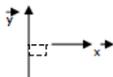
Gabarito: A

2. Um corpo de massa igual a 1,02kg é acrescido de outro, cuja massa é igual a 980g, resultando um corpo de peso, em N, igual a:

- 2b) 11c) 20d) 110e) 200

Gabarito: C

3. São dados os vetores  $\vec{x}$  e  $\vec{y}$  de módulos 3 e 4 unidades respectivamente. Determine graficamente o vetor soma (resultante) e determine o seu módulo.



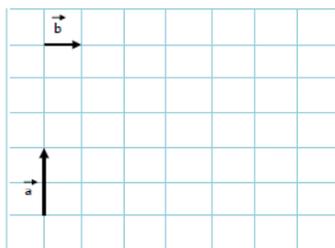
Gabarito: 5

4. Dados os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , cujos módulos valem, respectivamente, 6 e 8 unidades, determine graficamente o vetor diferença (resultante)  $\vec{v} = \vec{a} - \vec{b}$  e determine o seu módulo.

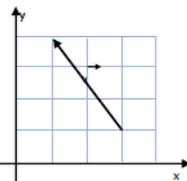


Gabarito: 10

5. Dados os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , represente graficamente vetor  $-2\vec{a} + 3\vec{b}$  e  $3\vec{a} - 2\vec{b}$  calculando seus módulos. Considere que cada quadradinho representa uma unidade.

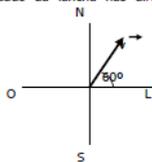


6. Determine as componentes do vetor  $\vec{v}$ , segundo os eixos x e y. O lado de cada quadradinho mede uma unidade.



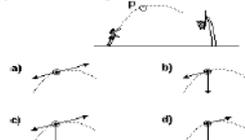
Gabarito:  $v_x = 2u$ ,  $v_y = 3u$

7. Uma lancha se desloca numa direção que faz um ângulo de  $60^\circ$  com a direção leste oeste, com velocidade de 50 m/s. Determine o valor das componentes ortogonais da velocidade da lancha nas direções norte-sul, leste oeste.



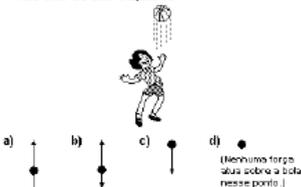
Gabarito:  $v_x = 25\text{m/s}$ ,  $v_y = 43\text{m/s}$

8. Uma jogadora de basquete arremessa uma bola tentando atingir a cesta. Parte da trajetória seguida pela bola está representada na figura. Considerando a resistência do ar, assinale a alternativa cujo diagrama MELHOR representa as forças que atuam sobre a bola no ponto P dessa trajetória.



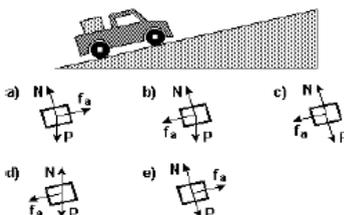
Gabarito: B

9. Durante uma brincadeira, Bárbara arremessa uma bola de vôlei verticalmente para cima, como mostrado na figura. Assinale a alternativa cujo diagrama MELHOR representa a(s) força(s) que atua(m) na bola no ponto MAIS alto de sua trajetória.



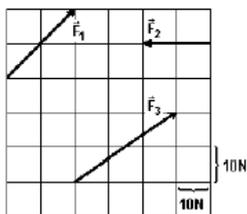
Gabarito: C

10. Uma caminhonete sobe uma rampa inclinada com velocidade constante, levando um caixote em sua carroceria, conforme ilustrado na figura a seguir. Sabendo-se que  $P$  é o peso do caixote,  $N$  a força normal do piso da caminhonete sobre o caixote e  $f(a)$  a força de atrito entre a superfície inferior do caixote e o piso da caminhonete, o diagrama de corpo livre que melhor representa as forças que atuam sobre o caixote é:



Gabarito: A

11. Considere a figura a seguir. Dadas as forças  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , determine o módulo de sua resultante, em N.



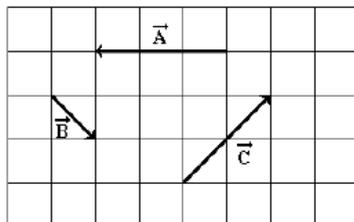
a) 30b) 40c) 50d) 70e) 80

Gabarito: C

12. Um homem caminha, sobre uma superfície plana, a partir de um ponto A, 4,0m para o norte e 3,0m para o leste. Qual a distância entre a posição final do homem e o ponto A?

Gabarito: 5,0 m

13. Dados os vetores A, B e C, representados na figura em que cada quadrícula apresenta lado correspondente a uma unidade de medida.

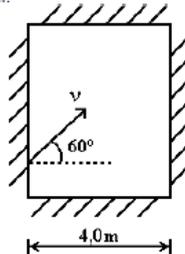


É correto afirmar que a resultante dos vetores tem módulo:

a) 1b) 2c) 3d) 4e) 6

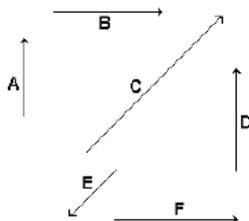
Gabarito: A

14. Uma pessoa atravessa uma piscina de 4,0m de largura, nadando com uma velocidade constante em uma direção que faz um ângulo de  $60^\circ$  com a normal. Qual a distância percorrida pelo nadador para alcançar a outra margem?



Gabarito: 8 m

15. Observe a figura a seguir e determine quais os vetores que:



- a) tem a mesma direção.  
b) tem o mesmo sentido.  
c) tem o mesmo comprimento.  
d) são iguais.

16. Numa represa um homem faz seu barco a remo atingir uma velocidade máxima de 8 quilômetros por hora.

Se esse mesmo remador estiver num rio cujas águas correm para o oeste com uma velocidade de 5 quilômetros por hora determine a velocidade máxima que ele consegue atingir quando:

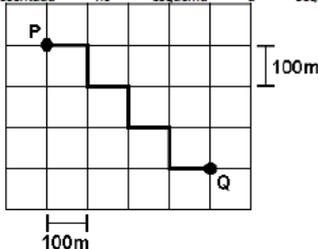
- a) rema no mesmo sentido da correnteza.  
b) rema no sentido oposto ao da correnteza.

Gabarito: a) 13 km/h b) 3 km/h

17. Um homem segue este itinerário: Parte de sua casa, percorre quatro quadras para leste, três quadras para o norte, três quadras para leste, seis quadras para o sul, três quadras para o oeste, três quadras para o sul, duas quadras para leste, duas quadras para leste, duas quadras para leste, duas quadras para o sul, oito quadras para oeste, seis quadras para o norte, e duas quadras para leste. A que distância e em que direção está ele de seu lar?

Gabarito: 5,1 quadras; aproximadamente a SE

18. Num bairro, onde todos os quarteirões são quadrados e as ruas paralelas distam 100m uma da outra, um transeunte faz o percurso de P a Q pela trajetória representada no esquema a seguir:

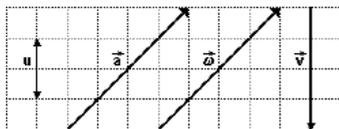


O deslocamento vetorial desse transeunte tem módulo, em metros, igual a:

- a) 300b) 350c) 400d) 500e) 700

Gabarito: D

19. Na figura, são dados os vetores  $a$ ,  $w$  e  $v$ .

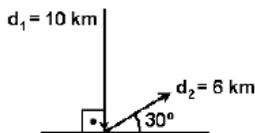


Sendo  $u$  a unidade de medida do módulo desses vetores, pode-se afirmar que o vetor  $R = a - w + v$  tem módulo

- a)  $2u$ , e sua orientação é vertical, para cima.  
b)  $2u$ , e sua orientação é vertical, para baixo.  
c)  $4u$ , e sua orientação é horizontal, para a direita.  
d)  $2\sqrt{2}u$ , e sua orientação forma  $45^\circ$  com a horizontal, no sentido horário.  
e)  $2\sqrt{2}u$ , e sua orientação forma  $45^\circ$  com a horizontal, no sentido anti-horário.

Gabarito: B

20. Um caminhoneiro efetuou duas entregas de mercadorias e, para isso, seguiu o itinerário indicado pelos vetores deslocamentos  $d_1$  e  $d_2$  ilustrados na figura.

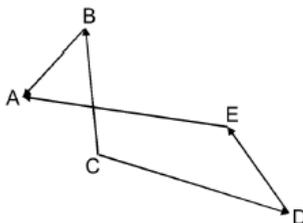


Para a primeira entrega, ele deslocou-se 10 km e para a segunda entrega, percorreu uma distância de 6 km. Ao final da segunda entrega, a distância a que o caminhoneiro se encontra do ponto de partida é

- a) 4 km .b) 8 km. c)  $2 \cdot 19^{1/2}$  km. d)  $8 \cdot 3^{1/2}$  km.  
e) 16 km.

Gabarito: C

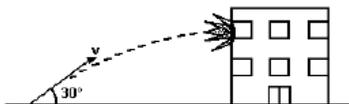
21. Analisando a disposição dos vetores BA, EA, CB, CD e DE, conforme figura a seguir, assinale a alternativa que contém a relação vetorial correta:



- a)  $CB + CD + DE = BA + EA$   
b)  $BA + EA + CB = DE + CD$   
c)  $EA - DE + CB = BA + CD$   
d)  $EA - CB + DE = BA - CD$   
e)  $BA - DE - CB = EA + CD$

Gabarito: D

22. Um bombeiro deseja apagar um incêndio em um edifício. A velocidade da água é  $v=30\text{m/s}$  e o bombeiro segura a mangueira com um ângulo de  $30^\circ$  em relação ao solo.



Obs. desprezar a altura da mangueira ao solo.

Determine as velocidades vertical e horizontal da água ao sair da mangueira.

Gabarito:  $v_x = 8,6 \text{ m/s}$  e  $v_y = 5 \text{ m/s}$

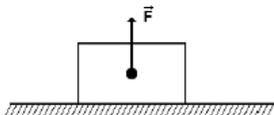
23. Um projétil de massa  $m = 100\text{g}$  é lançado do solo com velocidade de  $100\text{ m/s}$ , em um instante  $t = 0$ , em uma direção que forma  $53^\circ$  com a horizontal. Admita que a resistência do ar seja desprezível e adote  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

Utilizando um referencial cartesiano com a origem localizada no ponto de lançamento, qual a velocidade horizontal e a velocidade vertical desse projétil no instante do lançamento?

Dados:  $\sin 53^\circ = 0,80$ ;  $\cos 53^\circ = 0,60$ .

**Gabarito:**  $v_x = 80\text{ m/s}$  e  $v_y = 60\text{ m/s}$

24. Uma força  $F$  de módulo igual a  $20\text{N}$  é aplicada, verticalmente, sobre um corpo de  $10\text{kg}$ , em repouso sobre uma superfície horizontal, como indica a figura.



O módulo (em N) da força normal sobre o corpo, considerando o módulo da aceleração gravitacional como  $10\text{m/s}^2$ , é:

a) 120. b) 100. c) 90. d) 80. e) 0.

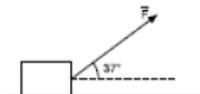
**Gabarito:** D

25. Um bloco de  $1,2\text{ kg}$  é empurrado sobre uma superfície horizontal, através da aplicação de uma força  $F$ , de módulo  $10\text{ N}$  conforme indicado na figura. Calcule o módulo da força normal exercida pela superfície sobre o bloco, em newtons. **Gabarito:** 17 N



26. Duas forças horizontais, perpendiculares entre si e de intensidades  $6\text{ N}$  e  $8\text{ N}$ , agem sobre um corpo de  $2\text{ kg}$  que se encontra sobre uma superfície plana e horizontal. Determine o valor da força resultante que atua no corpo. **Gabarito:** 10 N

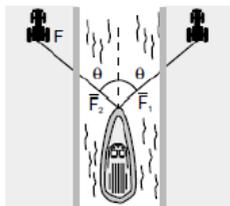
27. Uma caixa de massa  $50\text{ kg}$  é arrastada sobre uma superfície horizontal por uma força  $F$ , de intensidade  $100\text{ N}$ , formando ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal. Dados:  $\sin 37^\circ = 0,60$   $\cos 37^\circ = 0,80$



Determine a força horizontal aplicada na caixa e o valor da força normal.

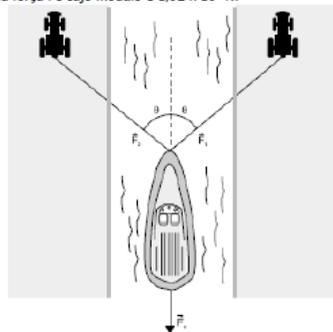
**Gabarito:** 80 N e 440 N

28. Um navio de massa igual a  $1000$  toneladas deve ser rebocado ao longo de um canal estreito por dois tratores que se movem sobre trilhos retos, conforme é mostrado na figura abaixo. Os tratores exercem forças  $F_1$  e  $F_2$  constantes, que têm mesmo módulo, igual a  $10\,000\text{ N}$ , e formam um ângulo de  $30$  graus com a direção do movimento do navio, representada pela reta  $AB$  da figura. Supondo que o navio esteja inicialmente em repouso em relação às margens do canal, calcule a força resultante aplicada ao navio.



**Gabarito:** 45276,9N

29. Conforme a figura abaixo, um barco, puxado por dois tratores, navega contra a corrente de um trecho retilíneo de um rio. Os tratores exercem, sobre o barco, forças de mesmo módulo ( $F_1 = F_2$ ), enquanto a corrente atua com uma força  $F_c$  cujo módulo é  $1,92 \times 10^4\text{ N}$ .



Sabendo-se que o barco e os tratores movem-se com velocidades constantes, que  $\sin \theta = 0,80$  e  $\cos \theta = 0,60$ , então o valor de  $F_1$  é:

a)  $1,20 \times 10^4\text{ N}$  d)  $2,40 \times 10^4\text{ N}$   
b)  $1,60 \times 10^4\text{ Ne}$  c)  $3,84 \times 10^4\text{ N}$   
c)  $1,92 \times 10^4\text{ N}$

**Gabarito:** B



**MNPEF**

Conselho Nacional  
de Ensino de Física



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Física – 1ª Série – Módulo 2

Professor: Michael Romano Stoff

**Estática:** É a parte da física que estuda as forças que atuam nos corpos em equilíbrio estático (repouso).

A estática se divide no estudo do equilíbrio do ponto material e no estudo do equilíbrio do corpo extenso.

**Ponto Material:** É todo o corpo que possui dimensões desprezíveis em relação ao fenômeno estudado. A única dimensão que se considera é sua massa.

Um ponto material está em equilíbrio quando a força resultante que atua sobre ele for nula.

**Lembre-se:** Força resultante é a soma de todas as forças que atuam sobre o corpo, sendo consideradas positivas e negativas conforme o sistema de referência adotado. O sistema de referência normalmente adotado é o plano cartesiano.

Quando um corpo está em equilíbrio ele pode estar em repouso (equilíbrio estático) ou em movimento com velocidade constante (equilíbrio dinâmico).

Condição de equilíbrio de um ponto material:

$$\mathbf{F}_R = \mathbf{0}$$

Nesta condição o ponto material pode somente apresentar movimento de translação, pois como suas dimensões são desprezíveis ele não apresenta movimento de rotação.

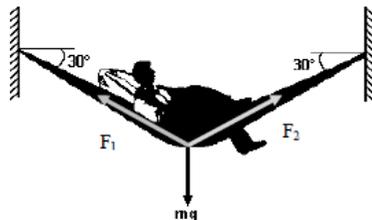
Cálculo do Equilíbrio do Ponto Material:

Uma das formas de se calcular a condição de equilíbrio de um ponto material é a de se posicionar as forças aplicadas no ponto sobre um plano cartesiano, e se necessário fazer a decomposição cartesiana sobre os eixos x e y.

Logo

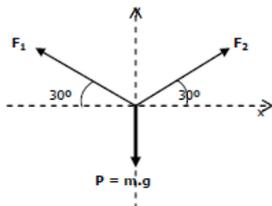
$$\text{Se } \mathbf{F}_R = \mathbf{0} \Rightarrow \begin{cases} \text{No eixo } x: F_{Rx} = 0 \\ \text{No eixo } y: F_{Ry} = 0 \end{cases}$$

Observe o exemplo:

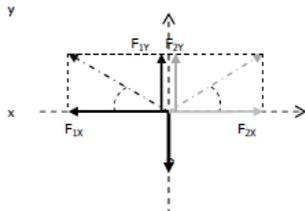


As três forças  $P$ ,  $F_1$  e  $F_2$  formam o diagrama de corpo livre aplicado sobre o homem deitado na rede.

No plano cartesiano



Decompondo as forças  $F_1$  e  $F_2$  nas direções x e y do plano cartesiano



Onde

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos\alpha \quad F_{1y} = F_1 \cdot \sin\alpha$$

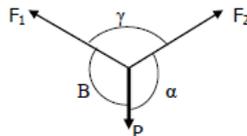
$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos\alpha \quad F_{2y} = F_2 \cdot \sin\alpha$$

$$F_{Rx} = 0 \quad \text{e} \quad F_{Ry} = 0 \\ F_{2x} - F_{1x} = 0 \quad F_{1y} + F_{2y} - P = 0$$

**Lembre-se:** O método da decomposição cartesiana pode ser aplicado para qualquer número de Forças (vetores) que atuam sobre o ponto material

Outra forma de se calcular o equilíbrio de um ponto material é utilizando o teorema de Lamy. O Teorema de Lamy é um recurso matemático que se utiliza da Lei dos senos para o cálculo das forças aplicadas em um ponto material.

Teorema de Lamy:



Pela Lei dos Senos:

$$\frac{F_1}{\text{Sen}\alpha} = \frac{F_2}{\text{sen}\beta} = \frac{P}{\text{sen}\gamma}$$

O Teorema de Lamy somente pode ser usado para um conjunto de três forças concorrentes atuantes em um ponto material.

### Cálculo do Equilíbrio do Corpo Estenso:

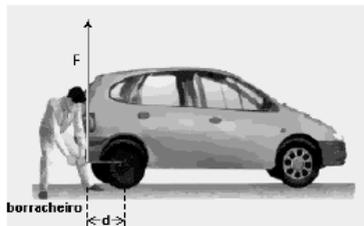
Para o estudo do equilíbrio do corpo extenso o fato de a força resultante ser nula não é condição suficiente para o equilíbrio deste. Para se determinar o equilíbrio de um corpo extenso é necessário o estudo de uma grandeza física denominada Momento de uma Força ou Torque.

**Corpo Estenso:** É o corpo que possui dimensões que devem ser consideradas, ao se estudar determinado fenômeno, e também sua massa.

### Momento de Força:

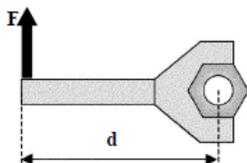
Quando uma força aplicada em um corpo tende a fazer este corpo girar em relação a um ponto, dizemos que esta força produz momento ou torque.

Logo o Momento da Força é a grandeza que indica a capacidade da força de fazer girar (rotacionar) o corpo no qual ela atua.



Ao posicionar a chave de roda o borracheiro pretende afrouxar o parafuso da roda.

Observando mais detalhes



Observe que como mostra a figura, a distância  $d$  é sempre medida perpendicularmente em relação à força  $F$  que produz momento.

Logo

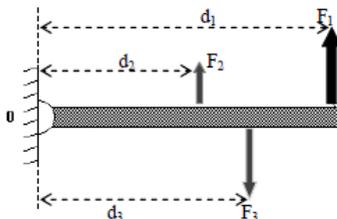
$$M = \pm F \cdot d$$

Os sinais de  $\pm$  indicam o sentido de giro da chave. Sendo considerado o momento positivo quando a chave girar no sentido horário e negativo quando a chave girar no sentido anti-horário.

Quando várias forças atuam no corpo elas podem gerar no corpo vários momentos diferentes. Para se saber o efeito destes vários momentos sobre o corpo se faz necessário o cálculo do Momento Resultante.

**Momento Resultante** é a soma de todos os momentos que atuam sobre o corpo extenso, sendo positivos os que

atuam no sentido horário e negativos os que atuam no sentido anti-horário.



Em relação ao ponto 0 temos:

$$M_R = (-M_{F1}) + (-M_{F2}) + M_{F3}$$

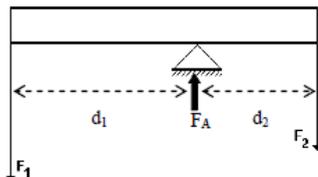
Fazendo as devidas substituições:

$$M_R = (-F_1 \cdot d_1) + (-F_2 \cdot d_2) + F_3 \cdot d_3$$

### Condições de Equilíbrio dos Corpos Extensos:

- A força resultante do sistema de forças aplicadas no corpo deve ser nula ( $F_R = 0$ ). O que evita o movimento de translação do corpo.
- O momento resultante das forças aplicadas sobre o corpo deve ser nulo ( $M_R = 0$ ). O que evita o movimento de rotação do corpo.

Observe o exemplo abaixo:



Sendo  $F_A$  a força que o apoio faz sobre a barra horizontal de peso desprezível, vamos aplicar as condições de equilíbrio de corpo extenso.

$$\begin{aligned} F_R &= 0 \\ F_A - F_1 - F_2 &= 0 \\ F_A &= F_1 + F_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_R &= 0 \\ (-M_{F1}) + M_{FA} + M_{F2} &= 0 \\ (-F_1 \cdot d_1) + F_A \cdot d_A + F_2 \cdot d_2 &= 0 \end{aligned}$$

Como  $d_A = 0$  o que implica que  $F_A \cdot d_A = 0$ , temos

$$(-F_1 \cdot d_1) + F_2 \cdot d_2 = 0$$

Logo:

$$F_2 \cdot d_2 = F_1 \cdot d_1$$

para este caso.

### Exercícios

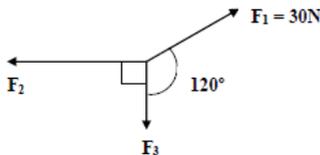
1. Determinar a intensidade da resultante de duas forças de intensidades 6N e 8N, cujas direções determinam entre si um ângulo de  $90^\circ$ .

**GABARITO: 10N**

2. Duas forças cujas intensidades estão entre si na relação  $4/3$  atuam num mesmo ponto seguindo direções normais entre si. A resultante deste sistema de forças tem intensidade de 10N. Determine a intensidade de cada uma destas forças.

**GABARITO: 6N e 8N**

3. Uma partícula está em equilíbrio sob a ação de três forças como mostra a figura. Calcule a intensidade de  $F_2$  e  $F_3$ .

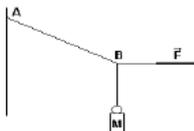


**GABARITO: 26N e 15N**

3. Duas forças agem sobre um mesmo ponto material, no mesmo plano, em direções perpendiculares entre si. Uma das forças possui intensidade igual a 50 N e a outra a 120 N. Qual deve ser o valor de uma terceira força, no mesmo plano que as duas anteriores, para que a força resultante sobre a partícula seja nula?

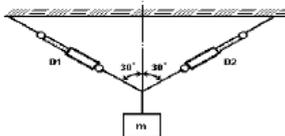
**GABARITO: 120N**

4. O corpo M representado na figura pesa 80N e é mantido em equilíbrio por meio da corda AB e pela ação da força horizontal F de módulo 60N. Considerando  $g = 10\text{m/s}^2$ , determine a intensidade da tração na corda AB, suposta ideal, em N.



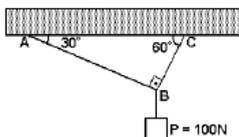
- a) 60b) 80c) 100d) 140e) 200

5. Sabendo-se que o sistema a seguir está em equilíbrio, qual é o valor da massa M quando os dinamômetros indicam 100N cada um?



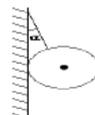
- a) 17,32 kgb) 20 kgc) 10 kgd) 100 Ne) 200 N

6. Na figura anterior, o corpo suspenso tem o peso 100N. Os fios são ideais e têm pesos desprezíveis, o sistema está em equilíbrio estático (repouso). Qual a tração na corda AB, em N?



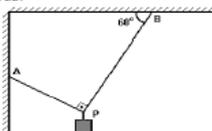
- a) 20b) 40c) 50d) 80e) 100

7. Na figura a seguir, uma esfera rígida se encontra em equilíbrio, apoiada em uma parede vertical e presa por um fio ideal e inextensível. Sendo P o peso da esfera e 2P a força máxima que o fio suporta antes de arrebentar, o ângulo formado entre a parede e o fio é de:

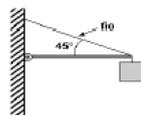


- a) 30°b) 45°c) 60°d) 70°e) 80°

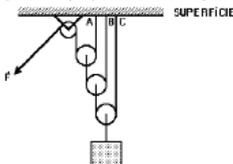
8. A figura mostra um peso de 44 N suspenso no ponto P de uma corda. Os trechos AP e BP da corda formam um ângulo de  $90^\circ$ , e o ângulo entre BP e o teto é igual a  $60^\circ$ . Qual é o valor, em newtons, da tração no trecho AP da corda?



9. Uma barra horizontal de massa desprezível possui de suas extremidades articulada em uma parede vertical. A outra extremidade está presa à parede por um fio que faz um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal e possui um corpo de 55 N pendurado. Qual o módulo da força normal à parede, em newtons, que a articulação exerce sobre a barra?



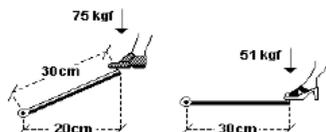
10. Um corpo de peso P encontra-se em equilíbrio, devido à ação da força F, como indica a figura a seguir:



- Os pontos A, B e C são os pontos de contato entre os fios e a superfície. A força que a superfície exerce sobre os fios nos pontos A, B e C são, respectivamente:

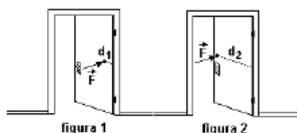
- a)  $P/8, P/4, P/2$ b)  $P/8, P/2, P/4$ c)  $P/2, P/4, P/8$   
d)  $P, P/2, P/4$ e) iguais a P

11. Um jovem e sua namorada passeiam de carro por uma estrada e são surpreendidos por um furo num dos pneus. O jovem, que pesa 75kgf, pisa a extremidade de uma chave de roda, inclinada em relação à horizontal, como mostra a figura 1, mas só consegue soltar o parafuso quando exerce sobre a chave uma força igual ao seu peso. A namorada do jovem, que pesa 51kgf, encaixa a mesma chave, mas na horizontal, em outro parafuso, e pisa a extremidade da chave, exercendo sobre ela uma força igual a seu peso, como mostra a figura 2.



Supondo que este segundo parafuso esteja tão apertado quanto o primeiro, e levando em conta as distâncias indicadas nas figuras, verifique se a moça consegue soltar esse segundo parafuso. Justifique sua resposta.

12. Podemos abrir uma porta aplicando uma força  $F$  em um ponto localizado próximo à dobradiça (figura 1) ou exercendo a mesma força  $F$  em um ponto localizado longe da dobradiça (figura 2).



Sobre o descrito, é correto afirmar que:

- a) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 1, porque o momento da força  $\dot{u}$  aplicada é menor.
- b) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 1, porque o momento da força  $\dot{u}$  aplicada é maior.
- c) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 2, porque o momento da força  $\dot{u}$  aplicada é menor.
- d) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 2, porque o momento da força  $\dot{u}$  aplicada é maior.
- e) não há diferença entre aplicarmos a força mais perto ou mais longe da dobradiça, pois o momento de  $\dot{u}$  independe da distância  $d$  entre o eixo de rotação e o ponto de aplicação da força.

13. Para que um corpo esteja em equilíbrio mecânico, é necessário e suficiente que

- a) apenas a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja nula.
- b) apenas a soma dos momentos aplicados no corpo seja nula.
- c) a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja diferente de zero e a soma dos momentos aplicados no corpo seja nula.
- d) a soma dos momentos aplicados no corpo seja diferente de zero e a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja nula.
- e) a soma de todas as forças aplicadas no corpo e a soma dos momentos aplicados no corpo sejam nulas.

14. Na figura a seguir suponha que o menino esteja empurrando a porta com uma força  $F = 5N$ , atuando a uma distância  $d = 2\text{ m}$  das dobradiças (eixo de rotação) e que o homem exerça uma força  $F_2 = 80N$  a uma distância de 10cm do eixo de rotação.



Nestas condições, pode-se afirmar que:

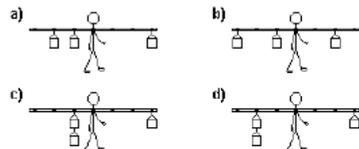
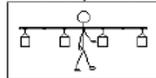
- a) a porta estaria girando no sentido de ser fechada.
- b) a porta estaria girando no sentido de ser aberta.
- c) a porta não gira em nenhum sentido.
- d) o valor do momento aplicado à porta pelo homem é maior que o valor do momento aplicado pelo menino.
- e) a porta estaria girando no sentido de ser fechada pois a massa do homem é maior que a massa do menino.

15. Para carregar quatro baldes idênticos, Nivaldo pendura-os em uma barra, como mostrado na figura adiante.

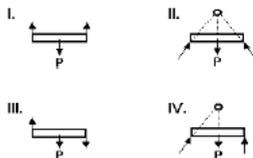
Essa barra é homogênea e possui suportes para os baldes, igualmente espaçados entre si, representados, na figura pelos pontos escuros. Para manter uma barra em equilíbrio, na horizontal, Nivaldo a apoia, pelo ponto médio, no ombro.

Nivaldo, então, removeu um dos baldes e rearranja os demais de forma a manter a barra em equilíbrio, na horizontal, ainda apoiada pelo seu ponto médio.

Assinale a alternativa que apresenta um arranjo POSSÍVEL para manter os baldes em equilíbrio nessa nova situação.



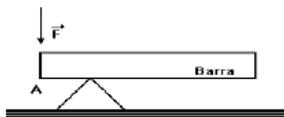
16. Deseja-se equilibrar a barra de peso  $P$  aplicando-lhe duas forças coplanares com a força peso. A direção e o sentido das forças estão representados, seus módulos podem assumir o valor desejado.



Dentre as alternativas propostas, qual a forma possível para o equilíbrio da barra?

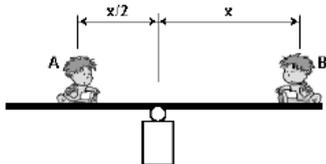
- a) somente III e IVb) todasc) somente I d) somente I e IIe) somente II

16. A figura mostra uma barra homogênea com peso de módulo 200N e comprimento de 1m, apoiada a 0,2m da extremidade A, onde se aplica uma força F que a equilibra. Determine o módulo da força F vale, em N.



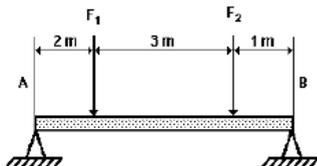
- a) 50.b) 100.c) 200.d) 300.e) 400.

17. Duas crianças estão em um parque de diversões em um brinquedo conhecido como gangorra, isto é, uma prancha de madeira apoiada em seu centro de massa, conforme ilustrado na figura. Quando a criança B se posiciona a uma distância x do ponto de apoio e a outra criança A à distância x/2 do lado oposto, a prancha permanece em equilíbrio.



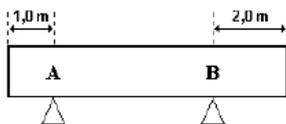
- Nessas circunstâncias, assinale a alternativa correta.  
 a) O peso da criança B é igual ao peso da criança A.  
 b) O peso da criança B é o dobro do peso da criança A.  
 c) A soma dos momentos das forças é diferente de zero.  
 d) O peso da criança B é a metade do peso da criança A.  
 e) A força que o apoio exerce sobre a prancha é em módulo menor que a soma dos pesos das crianças.

18. A barra a seguir é homogênea da seção constante e está apoiada nos pontos A e B. Sabendo-se que a reação no apoio A é  $R_A = 200\text{kN}$ , e que  $F = 100\text{kN}$  e  $F_2 = 500\text{kN}$ , qual é o peso da barra?



- a) 300 kN b) 200 kN c) 100 kN d) 50 kN e) 10 kN

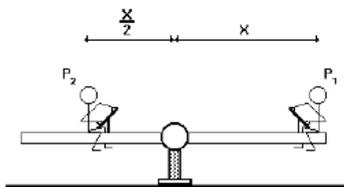
19. Uma barra de ferro, uniforme e homogênea, de peso 150N, está apoiada nos cavaletes A e B distanciados de 3,0m, conforme a figura a seguir.



- As intensidades das forças de reação nos apoios A e B são, em newtons, respectivamente,  
 a) 75 e 75 b) 50 e 100 c) 100 e 50 d) 150 e 150 e) 90 e 60

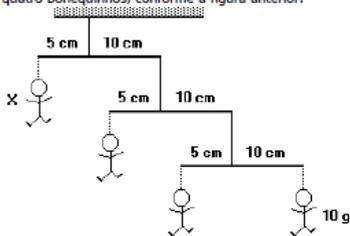
20. A figura mostra um brinquedo, comum em parques de diversão, que consiste de uma barra que pode balançar em torno de seu centro. Uma criança de peso  $P_1$  senta-se na extremidade da barra a uma distância X do centro de apoio. Uma segunda criança de peso  $P_2$  senta-se do lado oposto a uma distância X/2 do centro.

Para que a barra fique em equilíbrio na horizontal, a relação entre os pesos das crianças deve ser:



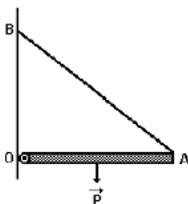
- a)  $P_2 = P/2$  b)  $P_2 = Pc$  c)  $P_2 = 2Pd$  d)  $P_2 = 4P$

21. Um "designer" projeta um móvel usando três hastes rígidas de pesos desprezíveis, interligadas por fios ideais, e quatro bonequinhos, conforme a figura anterior.



- Cada haste tem 15cm de comprimento. Para que o conjunto permaneça em equilíbrio, com as hastes na horizontal, a massa do bonequinho X deverá ser:  
 a) 360g b) 240g c) 180g d) 30g e) 20g

22. A figura representa uma barra homogênea OA, rígida e horizontal, de peso P. A barra é mantida em equilíbrio, sustentada numa extremidade, por um cabo AB, preso a uma parede no ponto B.



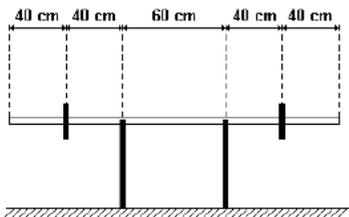
No ponto O, a força exercida pela articulação sobre a barra tem uma componente vertical que é  
 a) diferente de zero e dirigida para cima.  
 b) diferente de zero e dirigida para baixo.  
 c) diferente de zero e de sentido indefinido.  
 d) igual a zero.  
 e) igual, em módulo, ao peso P da barra.

23. Uma barra cilíndrica homogênea de 200N de peso e 10m de comprimento encontra-se em equilíbrio, apoiada nos suportes A e B, como mostra a figura a seguir.



Calcule as intensidades,  $R_A$  e  $R_B$ , das reações dos apoios, A e B, sobre a barra.

24. Numa academia de ginástica, dois estudantes observam uma barra apoiada em dois pontos e que sustenta duas massas de 10kg, uma de cada lado, conforme a figura a seguir.



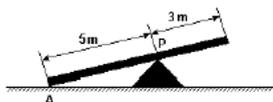
Após consultarem o professor, obtiveram a informação de que a massa da barra era 12kg. Dessa forma, concluíram que seria possível acrescentar em um dos lados da barra, junto à massa já existente e sem que a barra saísse do equilíbrio, uma outra massa de, no máximo,  
 a) 10 kg b) 12 kg c) 20 kg d) 24 kg e) 30 kg

25. Uma barra homogênea e horizontal de 2m de comprimento e 10kg de massa tem uma extremidade apoiada e a outra suspensa por um fio ideal, conforme a figura.



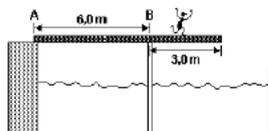
Considerando a aceleração gravitacional como  $10\text{m/s}^2$ , o módulo da tensão no fio (T, em N) é:  
 a) 20.b) 25.c) 50.d) 100.e) 200.

26. Uma prancha rígida, de 8m de comprimento, está apoiada no chão (em A) e em um suporte P, como na figura. Uma pessoa, que pesa metade do peso da prancha, começa a caminhar lentamente sobre ela, a partir de A.



Pode-se afirmar que a prancha desencostará do chão (em A), quando os pés dessa pessoa estiverem à direita de P, e a uma distância desse ponto aproximadamente igual a  
 a) 1,0 mb) 1,5 mc) 2,0 md) 2,5 me) 3,0 m

27. Na figura desta questão, um jovem de peso igual a 600N corre por uma prancha homogênea, apoiada em A e articulada no apoio B. A prancha tem o peso de 900N e mede 9,0m. Ela não está presa em A e pode girar em torno de B.



A máxima distância que o jovem pode percorrer, medida a partir de B, sem que a prancha gire, é:  
 a) 1,75 mb) 2,00 mc) 2,25 md) 2,50 m



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Física – 1ª Série – Módulo 3

Professor: Michael Romano Solf

**Dinâmica:** É a parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos e suas causas. Na dinâmica, o que causa a alteração do movimento de um corpo é uma força aplicada sobre ele, e este movimento é explicado utilizando-se as Leis de Newton.

1ª Lei de Newton – Princípio da Inércia

"Todo corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme até que uma força externa atue sobre ele".

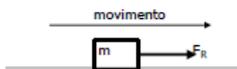
**Lembre-se:** Inércia é a tendência do corpo de manter seu estado de movimento, e é uma propriedade da matéria que está diretamente relacionada à massa do corpo.

2ª Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica

"Quando uma força resultante não nula é aplicada em um corpo, este corpo adquire uma aceleração que é diretamente proporcional à força aplicada e inversamente proporcional à massa do corpo".

O Princípio Fundamental pode ser expresso pela equação:

$$F_R = m \cdot a$$



Se a força resultante tem a mesma direção e o mesmo sentido do movimento a aceleração será positiva e a velocidade do móvel aumenta, porém se a força resultante estiver na mesma direção, mas em sentido contrário ao do movimento do móvel a aceleração será negativa e sua velocidade diminuirá.

No Sistema Internacional de Unidades (MKS) a força é medida em Newton, representado pela letra N.

**Importante:** Força resultante é a soma de todas as forças que estão envolvidas no movimento, consideradas positivas as que estão na direção deste e negativas as que estão em sentido contrário.

Logo:

$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_N$$

Na dinâmica usam-se as equações do MRUV para se calcular a velocidade e a distância percorrida pelo móvel.

3ª Lei de Newton – Princípio da Ação e reação

"Para toda força de ação existe uma força de reação, de mesma intensidade, mesma direção, porém de sentidos contrários".

**Lembre-se:** O par de forças de ação e reação jamais atua no mesmo corpo.

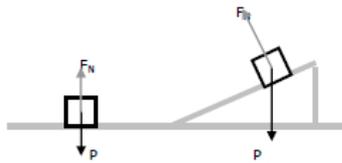
**Força\_Peso:** O peso de um corpo é a força de atração gravitacional que planeta em que este corpo se encontra exerce sobre ele, e está sempre dirigida para o centro do planeta.

$$P = m \cdot g$$

Onde g é a aceleração da gravidade criada pelo campo gravitacional do planeta. O valor de g depende do tamanho do planeta e da altitude que o corpo se encontra em relação ao centro do planeta.

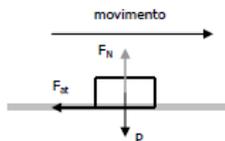
Na Terra o valor médio da aceleração da gravidade é de aproximadamente  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

**Força Normal:** É a força que a superfície de contato exerce sobre o corpo nela apoiado. A força normal tem uma direção sempre perpendicular à superfície de apoio.



**Lembre-se:** Força peso e força normal não formam um par de forças de ação e reação porque atuam no mesmo corpo.

**Força de Atrito:** É uma força contrária ao movimento dos corpos, tangente às superfícies de contato e provocada pela aspereza (rugosidades) das superfícies em contato.



Pode ser calculada pela fórmula

$$F_{at} = \mu \cdot F_N$$

Onde  $F_{at}$  = força de atrito

$\mu$  = coeficiente de atrito e depende da natureza das superfícies em contato

$F_N$  = força normal aplicada pela superfície sobre o Corpo

Para nível de cálculos existem dois tipos de força de atrito: a força de atrito estático, que atua em corpos parados; e a força de atrito dinâmico, que atua em corpos em movimento.

**Lembre-se:** A força de atrito estático é sempre maior que a força de atrito dinâmico.

**Força Elástica:** Conhecida como Lei de Hooke à força elástica é a força exercida por uma mola em função de sua deformação. Uma mola sujeita a uma deformação elástica à

elongação sofrida pela mola (contração ou alongação) é diretamente proporcional a força nela aplicada.

$$F_{el} = k \cdot x$$

Onde  $x$  = deformação sofrida pela mola  
 $K$  = constante elástica da mola que depende de sua geometria e do material que a mola é feita.

#### Exercício

1. Um automóvel desloca-se com velocidade de 72,0 km/h, em uma trajetória horizontal e retilínea, quando seus freios são acionados, percorrendo 80,0 m até parar. Considerando a massa do automóvel igual a 1200,0 kg. Determine o módulo da força média aplicada para fazê-lo parar.

**Gabarito:**  $|F| = 3000 \text{ N}$

2. A respeito das leis de Newton, são feitas três afirmativas:

I. A força resultante necessária para acelerar, uniformemente, um corpo de massa 4,0kg, de 10m/s para 20m/s, em uma trajetória retilínea, em 5,0s, tem módulo igual a 8,0N.

II. Quando uma pessoa empurra uma mesa, ela não se move, podemos concluir que a força de ação é anulada pela força de reação.

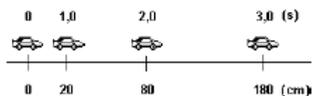
III. Durante uma viagem espacial, podem-se desligar os foguetes da nave que ela continua a se mover. Esse fato pode ser explicado pela primeira lei de Newton.

Assinale:

- a) se todas as afirmativas estiverem corretas.  
 b) se todas as afirmativas estiverem incorretas.  
 c) se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.  
 d) se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.  
 e) se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.

**Gabarito:** D

3. Um carrinho de brinquedo movido a pilha tem 0,5kg de massa total e desloca-se em linha reta com movimento uniformemente acelerado sobre uma superfície horizontal. Uma fotografia estroboscópica registra a posição do carrinho a cada 1,0s, conforme mostra a figura. Em  $t=0$ , a velocidade do carrinho é nula.



O módulo, em Newton, da resultante das forças que agem sobre o carrinho durante o movimento vale:

- a) 0,1 b) 0,2 c) 0,3 d) 0,4 e) 0,5

**Gabarito:** B

4. Os automóveis mais modernos são fabricados de tal forma que, numa colisão frontal, ocorra o amassamento da parte dianteira da lataria de maneira a preservar a cabine. Isso faz aumentar o tempo de contato do automóvel com o objeto com o qual ele está colidindo. Com base nessas informações, pode-se afirmar que, quanto maior for o tempo de colisão,

a) menor será a força média que os ocupantes do automóvel sofrerão ao colidirem com qualquer parte da cabine.

b) maior será a força média que os ocupantes do automóvel sofrerão ao colidirem com qualquer parte da cabine.

c) maior será a variação da quantidade de movimento que os ocupantes do automóvel experimentarão.

d) menor será a variação da quantidade de movimento que os ocupantes do automóvel experimentarão.

**Gabarito:** A

5. Os princípios básicos da mecânica foram estabelecidos por Newton e publicados em 1686, sob o título "Princípios Matemáticos da Filosofia Natural". Com base nestes princípios, é correto afirmar:

(01) A aceleração de um corpo em queda livre depende da massa desse corpo.

(02) As forças de ação e reação são forças de mesmo módulo e estão aplicadas em um mesmo corpo.

(04) A massa de um corpo é uma propriedade intrínseca desse corpo.

(08) As leis de Newton são válidas somente para referenciais inerciais.

(16) Quanto maior for a massa de um corpo, maior será a sua inércia.

(32) A lei da inércia, que é uma síntese das idéias de Galileu sobre a inércia, afirma que, para manter um corpo em movimento retilíneo uniforme, é necessária a ação de uma força.

**Gabarito:** 04 + 08 + 16 = 28

6. Um caixote de massa 50 kg é empurrado horizontalmente sobre um assoalho horizontal, por meio de uma força de intensidade 150 N.

Nessas condições, a aceleração do caixote é, em  $m/s^2$ .

- a) 0,50 b) 1,0 c) 1,5 d) 2,0 e) 3,0

**Gabarito:** E

7. Duas forças horizontais, perpendiculares entre si e de intensidades 6 N e 8 N, agem sobre um corpo de 2 kg que se encontra sobre uma superfície plana e horizontal.

Desprezando os atritos, o módulo da aceleração adquirida por esse corpo é:

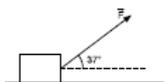
- a)  $1 \text{ m/s}^2$  d)  $4 \text{ m/s}^2$   
 b)  $2 \text{ m/s}^2$  e)  $5 \text{ m/s}^2$   
 c)  $3 \text{ m/s}^2$

**Gabarito:** E

8. Uma caixa de massa 50 kg é arrastada sobre uma superfície horizontal por uma força  $F$ , de intensidade 100 N, formando ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal.

Dados:

$$\sin 37^\circ = 0,60 \quad \cos 37^\circ = 0,80$$



Determine a aceleração horizontal da caixa e o valor da força normal.

**Gabarito:**  $1,6 \text{ m/s}^2$  e  $440 \text{ N}$

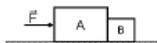
9. Dois blocos idênticos, unidos por um fio de massa desprezível, jazem sobre uma mesa lisa e horizontal conforme mostra a figura a seguir. A força máxima a que esse fio pode resistir é 20N.



Qual o valor máximo da força  $F$  que se poderá aplicar a um dos blocos, na mesma direção do fio, sem romper o fio?

**Gabário: 40N**

10. Os blocos A e B têm massas  $m_A=5,0\text{kg}$  e  $m_B=2,0\text{kg}$  e estão apoiados num plano horizontal perfeitamente liso. Aplica-se ao corpo A a força horizontal  $\vec{U}$ , de módulo 21N.

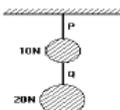


A força de contato entre os blocos A e B tem módulo, em newtons,

a) 21 b) 11,5 c) 9,0 d) 7,0 e) 6,0

**Gabário: E**

11. Dois corpos, de peso 10N e 20N, estão suspensos por dois fios, P e Q, de massas desprezíveis, da maneira mostrada na figura.

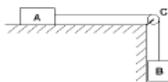


A intensidades (módulos) das forças que tensionam os fios P e Q são respectivamente, de:

a) 10 N e 20 N b) 10 N e 30 N c) 30 N e 10 N.  
d) 30 N e 20 N. e) 30 N e 30 N.

**Gabário: D**

12. Dois corpos A e B, de massas  $M_A=3,0\text{kg}$  e  $M_B=2,0\text{kg}$ , estão ligados por uma corda de peso desprezível que passa sem atrito pela polia C, como mostra a figura a seguir.



Determine a aceleração do sistema e a tração na corda.

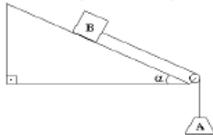
**Gabário:  $4\text{m/s}^2$  e 12N**

12. Na montagem a seguir, sabendo-se que a massa do corpo é de 20kg, qual é a aceleração do bloco e qual a reação Normal que o plano exerce sobre o corpo?



**Gabário:**

13. A ilustração a seguir refere-se a uma certa tarefa na qual o bloco B dez vezes mais pesado que o bloco A deverá descer pelo plano inclinado com aceleração constante. Considerando que o fio e a polia são ideais, determine a aceleração do sistema e a tração na corda que une os blocos. Dados:  $\text{sen } \alpha = 0,6$  e  $\text{cos } \alpha = 0,8$



**Gabário:**

14. Um caixote de massa 50 kg é empurrado horizontalmente sobre um assoalho horizontal, por meio de uma força de intensidade 150 N. Nessas condições, a aceleração do caixote é, em  $\text{m/s}^2$ . Dados:  $g = 10\text{m/s}^2$ . Coeficiente de atrito cinético  $\mu = 0,20$

a) 0,50 b) 1,0 c) 1,5 d) 2,0 e) 3,0

**Gabário:**

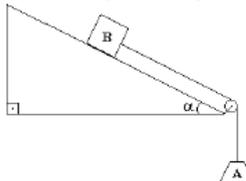
15. Um automóvel de massa 1375 kg encontra-se em uma ladeira que forma  $37^\circ$  em relação à horizontal. Qual é o mínimo coeficiente de atrito para que o automóvel permaneça parado?

Dados:  $\text{sen } (37^\circ) = 0,6$  e  $\text{cos } (37^\circ) = 0,8$ .

a)  $\mu = 0,25$  d)  $\mu = 1,0$   
b)  $\mu = 0,50$  e)  $\mu = 1,25$   
c)  $\mu = 0,75$  **Gabário:**

16. A ilustração a seguir refere-se a uma certa tarefa na qual o bloco B dez vezes mais pesado que o bloco A deverá descer pelo plano inclinado com velocidade constante. Considerando que o fio e a polia são ideais, o coeficiente de atrito cinético entre o bloco B e o plano deverá ser:

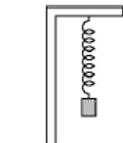
Dados:  $\text{sen } \alpha = 0,6$   $\text{cos } \alpha = 0,8$



a) 0,500 b) 0,750 c) 0,875 d) 1,33 e) 1,50

**Gabário: C**

17. Certa mola helicoidal, presa num suporte vertical, tem comprimento de 12cm. Quando se prende à mola um corpo de 200g ela passa a medir 16cm.

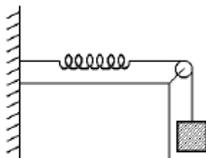


Dado:  
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

A constante elástica da mola vale, em N/m:

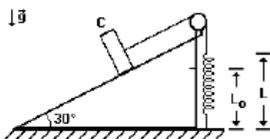
a) 5,0 b)  $5,0 \cdot 10^1$  c)  $5,0 \cdot 10^2$  d)  $5,0 \cdot 10^3$   
e)  $5,0 \cdot 10^4$  **Gabário: B**

18. No sistema mostrado na figura a seguir, o bloco tem massa igual a 5,0kg. A constante elástica da mola vale 2,0N/cm. Considere que o fio, a mola e a roldana são ideais. na situação de equilíbrio, qual a deformação da mola, em centímetros? Dado:  $g = 10\text{m/s}^2$



Gabarito: 25 cm

19. Um corpo C de massa igual a 3kg está em equilíbrio estático sobre um plano inclinado, suspenso por um fio de massa desprezível preso a uma mola fixa ao solo, como mostra a figura a seguir. O comprimento natural da mola (sem carga) é  $L_0 = 1,2\text{m}$  e ao sustentar estaticamente o corpo ela se distende, atingindo o comprimento  $L = 1,5\text{m}$ . Os possíveis atritos podem ser desprezados.

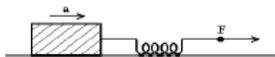


Determine a constante elástica da mola, em N/m.

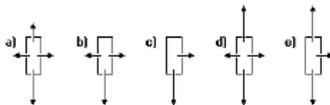
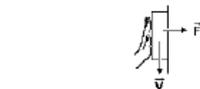
a) 10. b) 30. c) 50. d) 90. e) 100.

Gabarito: C

20. Um conjunto massa-mola desloca-se sob a ação de uma força  $F$  em uma superfície plana, sem atrito, conforme mostra a figura a seguir. A aceleração do conjunto é  $5\text{m/s}^2$ , a massa do bloco é 2kg, e a distensão da mola permanece constante. Determine a distensão da mola, em centímetros, desprezando a massa da mola e assumindo que sua constante elástica vale 200N/m. Considere o coeficiente de atrito cinético igual a 0,4. Gabarito: 5 cm

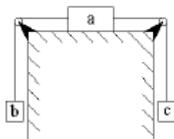


21. A figura 1 a seguir mostra um bloco que está sendo pressionado contra uma parede vertical com força horizontal  $\vec{u}$  e que desliza para baixo com velocidade constante. O diagrama que melhor representa as forças que atuam nesse bloco é:



Gabarito: D

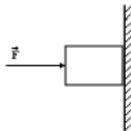
22. No sistema a seguir, sabe-se que a massa do corpo "b" é  $m_b = 20\text{kg}$  a massa do corpo "a" é  $m_a = 200\text{kg}$  e o coeficiente de atrito entre o corpo "a" e a mesa é 0,20. Os fios são inextensíveis e o atrito e inércia das roldanas desprezíveis. Qual deve ser o valor mínimo da massa do corpo "c" ( $m_c$ ) para que o sistema possa adquirir movimento?



a)  $m_c = 20\text{ kg}$  b)  $m_c = 30\text{ kg}$  c)  $m_c = 40\text{ kg}$   
d)  $m_c = 50\text{ kg}$  e)  $m_c = 60\text{ kg}$

Gabarito: E

23. Nessa figura, está representado um bloco de 2,0kg sendo pressionado contra a parede por uma força  $F$ . O coeficiente de atrito estático entre esses corpos vale 0,5, e o cinético vale 0,3. Considere  $g = 10\text{m/s}^2$ .



Se  $F = 50\text{N}$ , então a reação normal e a força de atrito que atuam sobre o bloco valem, respectivamente,

a) 20N e 6,0N. b) 20N e 10N. c) 50N e 20N.  
d) 50N e 25N. e) 70N e 35N.

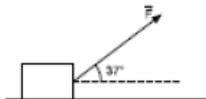
Gabarito: C

24. A terceira Lei de Newton é o princípio da ação e reação. Esse princípio descreve as forças que participam na interação entre dois corpos. Podemos afirmar que:

a) duas forças iguais em módulo e de sentidos opostos são forças de ação e reação  
b) enquanto a ação está aplicada num dos corpos, a reação está aplicada no outro  
c) a ação é maior que a reação  
d) ação e reação estão aplicadas no mesmo corpo  
e) a reação em alguns casos, pode ser maior que a ação.

Gabarito: B

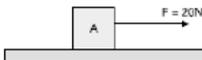
25. Uma caixa de massa 50 kg é arrastada sobre uma superfície horizontal por uma força  $F$ , de intensidade 100 N, formando ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal. Se a aceleração da caixa é  $2\text{m/s}^2$ , determine o valor do coeficiente de atrito cinético entre a superfície e a caixa. Dados:  $\sin 37^\circ = 0,60$  e  $\cos 37^\circ = 0,80$



26. Um livro encontra-se deitado sobre uma folha de papel, ambos em repouso sobre uma mesa horizontal. Para aproximá-lo de si, um estudante puxa a folha em sua direção, sem tocar no livro. O livro acompanha o movimento da folha e não desliza sobre ela. Qual é a alternativa que melhor descreve a força que, ao ser exercida sobre o livro, o colocou em movimento?

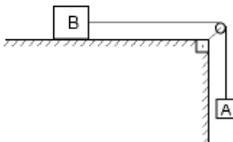
- a) É uma força de atrito cinético de sentido contrário ao do movimento do livro.  
 b) É uma força de atrito cinético de sentido igual ao do movimento do livro.  
 c) É uma força de atrito estático contrário de sentido ao do movimento do livro.  
 d) É uma força de atrito estático de sentido igual ao do movimento do livro.  
 e) É uma força que não pode ser caracterizada como força de atrito.

27. O bloco A de massa  $m = 4\text{ kg}$  desloca-se com velocidade constante  $v = 2\text{ m/s}$  sobre uma superfície horizontal, como mostra a figura. Com ajuda dos dados e da figura, assinale V se verdadeiro e F se falso.

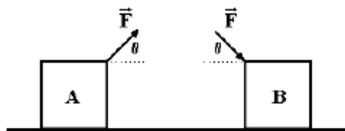


- ( ) a força de atrito entre o bloco e a superfície horizontal é nula;  
 ( ) a força resultante das forças que atuam sobre o bloco é nula;  
 ( ) a força de atrito entre o bloco e a superfície horizontal vale menos do que 20 N;  
 ( ) o peso do bloco é igual a 20 N;  
 ( ) o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície vale 0,8.

28. No sistema representado a seguir, o corpo A, de massa 3,0kg está em movimento uniforme. A massa do corpo B é de 10kg. Adote  $g=10\text{m/s}^2$ , e determine o valor do coeficiente de atrito cinético entre o corpo B e o plano sobre o qual se apóia.



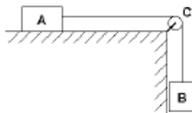
29. Dois blocos idênticos, A e B, estão sujeitos a uma mesma força  $F$ , como se vê na figura a seguir, sendo o bloco A puxado e o bloco B empurrado. Sabe-se que  $\mu_C$  dos blocos em relação ao plano é o mesmo e que ambos movem-se ao mesmo tempo..



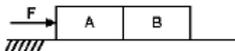
Com base em sua análise, julgue os itens a seguir em verdadeiro e falso.

- ( ) A força de atrito entre o bloco A e o plano é menor que a força de atrito entre o bloco B e o plano.  
 ( ) A aceleração dos blocos, A e B, em relação ao plano é a mesma.  
 ( ) A força normal que age no corpo A é maior que a força normal que age no corpo B.  
 ( ) A força  $F$ , aplicada no bloco A, é igual à força  $F$ , aplicada no bloco B.  
 ( ) O bloco B move-se com maior velocidade que o bloco A.

30. Dois corpos A e B, de massas  $m_A=3,0\text{kg}$  e  $m_B=2,0\text{kg}$ , estão ligados por uma corda de peso desprezível que passa sem atrito pela polia C, como mostra a figura a seguir. Entre A e o apoio existe atrito de coeficiente  $\mu_C = 0,5$ , a aceleração da gravidade vale  $g=10\text{m/s}^2$  e o sistema parte do repouso. Determine a tração na corda que une os blocos.



31. Dois blocos idênticos, A e B, de massas 1kg cada um se deslocam sobre uma mesa plana sob ação de uma força de 10N, aplicada em A, conforme ilustrado na figura. Se o movimento é uniformemente acelerado, e considerando que o coeficiente de atrito cinético entre os blocos e a mesa é  $\mu = 0,5$ , determine a força que o bloco A exerce sobre o bloco B.





**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



Física – 1ª Série – Módulo 4

Professor: Michael Romano Stolf

#### Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV):

Este tipo de movimento é caracterizado por ocorrer em trajetória retilínea com velocidade variável de mesma quantidade e com aceleração constante. Quando um móvel possui aceleração constante dizemos que a sua velocidade se altera de quantidades iguais em intervalos de tempos iguais. O MRUV é representado por um conjunto de três equações. São elas:

#### 1ª – Equação Horária da Velocidade do MRUV

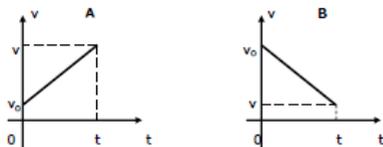
Possibilita calcular a velocidade final do móvel em qualquer instante de tempo.

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Onde  $v$  = velocidade final  
 $v_0$  = velocidade inicial  
 $a$  = aceleração constante  
 $t$  = intervalo de tempo em que ocorreu o movimento

Nesta equação a velocidade é uma função do tempo,  $v = f(t)$ .

**Importante:** Como a equação horária da velocidade do MRUV é uma equação de 1º grau, este movimento pode ser representado pelo gráfico da velocidade pelo tempo ( $v \cdot t$ ).



No gráfico A temos uma função crescente, o que indica que o valor da aceleração é positivo, e no gráfico B temos uma função decrescente o que indica que o valor da velocidade é negativo.

**Lembre-se:** Se o valor da velocidade é positivo o movimento é classificado como movimento progressivo, se o valor da velocidade é negativo o movimento é classificado como movimento retrógrado ou regressivo, e se os sinais da velocidade e da aceleração são iguais o movimento é classificado como movimento acelerado, porém se os sinais da velocidade e da aceleração são diferentes o movimento é classificado como movimento retardado ou desacelerado.

#### 2ª – Equação Horária da Posição para o MRUV

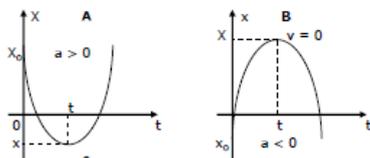
Possibilita calcular a posição final do móvel em qualquer instante de tempo.

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Onde  $x$  = posição final  
 $x_0$  = posição inicial  
 $v_0$  = velocidade inicial  
 $a$  = aceleração constante  
 $t$  = intervalo de tempo em que ocorreu o movimento

Nesta equação a posição é uma função do tempo,  $x = f(t)$ .

**Importante:** Como a equação horária da posição do MRUV é uma equação de 2º grau, este movimento pode ser representado pelo gráfico da posição pelo tempo ( $x \cdot t$ ).



**Lembre-se:** No gráfico A a concavidade da parábola está para cima o que indica que o valor da aceleração é positivo, e no gráfico B a concavidade da parábola está para baixo, o que indica que o valor da aceleração é negativo.

No vértice da parábola ocorre a inversão do sentido da velocidade do móvel, o que indica que neste instante de tempo a velocidade é nula.

#### 3ª – Equação de Torricelli

Possibilita calcular a velocidade do móvel após ele percorrer qualquer distância.

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

Onde  $v$  = velocidade final  
 $v_0$  = velocidade inicial  
 $a$  = aceleração constante  
 $\Delta x$  = variação da posição

Nesta equação a velocidade é uma função da variação da posição,  $v = f(\Delta x)$ .

**Movimentos Verticais:** São movimentos que ocorrem sob a ação exclusiva da aceleração da gravidade, representada pela letra  $g$ . Se são movimentos que ocorrem devido à existência de uma aceleração, são considerados movimentos uniformemente variados (MRUV).

Podem ser divididos em três tipos:

#### 1º - Movimento de Queda Livre

É um movimento vertical, de cima para baixo, com velocidade inicial nula.

MRUV	Queda Livre
$v = v_0 + a \cdot t$	$v = g \cdot t$
$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$\Delta h = \frac{g \cdot t^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot \Delta h$

## 2º - Lançamento Vertical para Baixo

É um movimento vertical, de cima para baixo, com velocidade inicial positiva.

$$v = v_0 + g \cdot t$$
$$\Delta h = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$
$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

## 3º - Lançamento Vertical para Cima

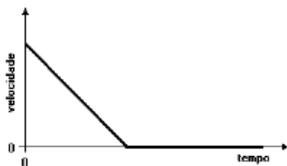
É um movimento vertical, de baixo para cima, com velocidade inicial positiva. Este movimento pode ser dividido nos movimentos de subida e descida.

Subida	Descida (Queda Livre)
$v = v_0 - g \cdot t$	$v = g \cdot t$
$\Delta h = v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$	$\Delta h = \frac{g \cdot t^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta h$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot \Delta h$

**Importante:** Como na subida a aceleração da gravidade tem sentido contrário ao movimento do corpo seu sinal é negativo. Na altura máxima a velocidade final de subida do móvel é nula, o que nos permite calcular o seu tempo de subida. Na descida, a partir da altura máxima, a velocidade do móvel é nula, o que nos possibilita calcular sua descida como uma queda livre. Para um mesmo referencial o tempo de subida é igual ao tempo de descida.

## Exercícios

1. O gráfico adjacente mostra como varia a velocidade de um móvel, em função do tempo, durante parte de seu movimento.



O movimento representado pelo gráfico pode ser o de uma

- esfera que desce por um plano inclinado e continua rolando por um plano horizontal.
  - criança deslizando num escorregador de um parque infantil.
  - fruta que cai de uma árvore.
  - composição de metrô, que se aproxima de uma estação e pára.
  - bala no interior de um cano de arma, logo após o disparo.
- Gabarito D**

2. Um carro viaja com velocidade de 90 km/h (ou seja, 25m/s) num trecho retilíneo de uma rodovia quando, subitamente, o motorista vê um animal parado na sua pista. Entre o instante em que o motorista avista o animal e aquele em que começa a frear, o carro percorre 15m. Se o motorista frear o carro à taxa constante de 5,0m/s<sup>2</sup>, mantendo-o em sua trajetória retilínea, ele só evitará atingir

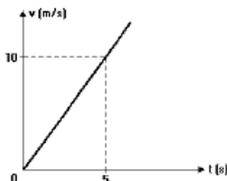
o animal, que permanece imóvel durante todo o tempo, se o tiver percebido a uma distância de, no mínimo,  
a) 15 m. b) 31,25 m. c) 52,5 m. d) 77,5 m. e) 125 m.  
**Gabarito D**

3. A função horária da posição  $s$  de um móvel é dada por  $s = 20 + 4t - 3t^2$ , com unidades do Sistema Internacional. Nesse mesmo sistema, a função horária da velocidade do móvel é

- $v = -16 - 3t$
- $v = -6t$
- $v = 4 - 6t$
- $v = 4 - 3t$
- $v = 4 - 1,5t$

**Gabarito C**

4. Um móvel tem movimento com velocidade descrita pelo gráfico a seguir. Após 10s qual será sua distância do ponto de partida?



- a) 500m b) 20m c) 75m d) 25m e) 100m

**Gabarito B**

5. Uma trem em movimento está a 15m/s quando o maquinista freia, parando o trem em 10s. Admitindo aceleração constante, pode-se concluir que os módulos da aceleração e do deslocamento do trem neste intervalo de tempo valem, em unidades do Sistema Internacional, respectivamente,

- 0,66 e 75
- 0,66 e 150
- 1,0 e 150
- 1,5 e 150
- 1,5 e 75

**Gabarito E**

6. Um caminhão com velocidade de 36km/h é freado e pára em 10s. Qual o módulo da aceleração média do caminhão durante a frenada?

**Gabarito 1,0 m/s<sup>2</sup>**

7. Um projétil de massa  $m = 5,00g$  atinge perpendicularmente uma parede com velocidade  $V = 400m/s$  e penetra 10,0cm na direção do movimento. (Considere constante a desaceleração do projétil na parede).

- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 15,0cm
- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 225cm
- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 22,5cm
- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 150cm
- A intensidade da força imposta pela parede à penetração da bala é 2N

**Gabarito: C**

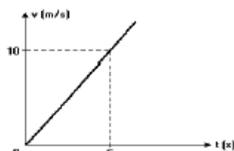
8. Para se dirigir prudentemente, recomenda-se manter do veículo da frente uma distância mínima de um carro(4,0m) para cada 16km/h. Um carro segue um caminhão em uma estrada, ambos a 108km/h.

- De acordo com a recomendação acima, qual deveria ser a distância mínima separando os dois veículos?
- O carro mantém uma separação de apenas 10m quando o motorista do caminhão freia bruscamente. O motorista do carro demora 0,50 segundo para perceber a frenada e pisar em seu freio. Ambos os veículos percorreriam a mesma

distância até parar, após acionarem os seus freios. Mostre numericamente que a colisão é inevitável.

Gabário: a) 27 m b) Durante o tempo de reação (0,50s) o carro anda 15 m.

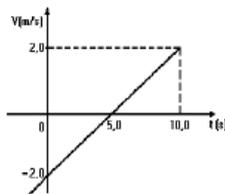
9. Um móvel tem movimento com velocidade descrita pelo gráfico a seguir. Após 10s qual será sua distância do ponto de partida?



a) 500m b) 20m c) 75m d) 25m e) 100m

Gabário: E

10. Este diagrama representa a velocidade de uma partícula que se desloca sobre uma reta em função do tempo.

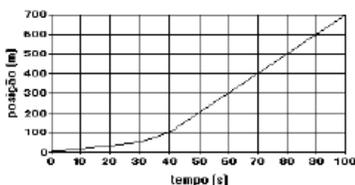


O deslocamento e a distância percorrida pela partícula, no intervalo de 0 a 10,0 s, foi

Gabário: Zero e 10m.

11. O gráfico a seguir mostra como varia a posição em função do tempo para um carro que se desloca em linha reta.

No tempo  $t=60s$ , determine a velocidade do carro.



a) 5,0m/s b) 7,0m/s c) 10m/s d) 12m/s e) 15m/s

Gabário: C

12. Um trem de 100m de comprimento, com velocidade de 30m/s, começa a frear com aceleração constante de módulo  $2m/s^2$ , no instante em que inicia a ultrapassagem de um túnel. Esse trem pára no momento em que seu último vagão está saindo do túnel. O comprimento do túnel é:

a) 25 m b) 50 m c) 75 m d) 100m e) 125 m

Gabário: E

13. As faixas de aceleração das auto-estradas devem ser longas o suficiente para permitir que um carro partindo do repouso atinja a velocidade de 100km/h em uma estrada horizontal. Um carro popular é capaz de acelerar de 0 a 100km/h em 18s. Suponha que a aceleração é constante.

a) Qual o valor da aceleração?

b) Qual a distância percorrida em 10s?

c) Qual deve ser o comprimento mínimo da faixa de aceleração?

Gabário: a)  $a=1,54 m/s^2$  b)  $\Delta x \approx 77m$  c)  $\Delta x \approx 250m$

14. Um automóvel, avançando à velocidade de 36 km/h, sofre uma colisão frontal contra um muro de concreto. Observa-se que o carro pára completamente após amassar 0,50m de sua parte frontal. A desaceleração do carro, suposta constante, durante a colisão, em  $m/s^2$ , é:

a) 50 b) 75 c) 100 d) 125 e) 150

Gabário: C

15. Um caminhão, a 72 km/h, percorre 50m até parar, mantendo a aceleração constante. O tempo de frenagem, em segundos, é igual a:

a) 1,4 b) 2,5 c) 3,6 d) 5,0 e) 10,0

Gabário: D

16. Uma composição de metrô deslocava-se com a velocidade máxima permitida de 72 km/h, para que fosse cumprido o horário estabelecido para a chegada à estação A. Por questão de conforto e segurança dos passageiros, a aceleração (e desaceleração) máxima permitida, em módulo, é 0,8 m/s<sup>2</sup>. Experiente, o condutor começou a desaceleração constante no momento exato e conseguiu parar a composição corretamente na estação A, no horário esperado. Depois de esperar o desembarque e o embarque dos passageiros, partiu em direção à estação B, a próxima parada, distante 800 m da estação A. Para percorrer esse trecho em tempo mínimo, impôs à composição a aceleração e desaceleração máximas permitidas, mas obedeceu a velocidade máxima permitida. Utilizando as informações apresentadas, e considerando que a aceleração e a desaceleração em todos os casos foram constantes, calcule

a) a distância que separava o trem da estação A, no momento em que o condutor começou a desacelerar a composição.

b) o tempo gasto para ir da estação A até a B.

Gabário: a) 250m b) 65s

17. Um automóvel trafega com velocidade constante de 12m/s por uma avenida e se aproxima de um cruzamento onde há um semáforo com fiscalização eletrônica. Quando o automóvel se encontra a uma distância de 30m do cruzamento, o sinal muda de verde para amarelo. O motorista deve decidir entre parar o carro antes de chegar ao cruzamento ou acelerar o carro e passar pelo cruzamento antes do sinal mudar para vermelho. Este sinal permanece amarelo por 2,2 s. O tempo de reação do motorista (tempo decorrido entre o momento em que o motorista vê a mudança de sinal e o momento em que realiza alguma ação) é 0,5s.

a) Determine a mínima aceleração constante que o carro deve ter para parar antes de atingir o cruzamento e não ser multado. Aproxime  $1,7^2 \approx 3,0$ .

b) Calcule a menor aceleração constante que o carro deve ter para passar pelo cruzamento sem ser multado.

Gabário: a)  $a = -3 m/s^2$  b)  $a = 2,4 m/s^2$

**Movimentos Verticais:**

18. Um corpo, caindo do alto de uma torre, chega ao chão em 5s. Qual a altura da torre? Use  $g=9,8\text{m/s}^2$ .

- a) 130m b) 122,5m c) 245m d) 250m e) 125m

**Gabarito: B**

19. Uma pedra é abandonada do alto de um edifício de 32 andares. Sabendo-se que a altura de cada andar é de 2,5m. Desprezando-se a resistência do ar, com que a velocidade a pedra chegará ao solo?

- a) 20 m/s b) 40 m/s c) 60 m/s d) 80 m/s e) 100 m/s

**Gabarito: B**

20. Um pára-quadista, descendo na vertical, deixou cair sua lanterna quando estava a 90m do solo. A lanterna levou 3 segundos para atingir o solo. Qual era a velocidade do pára-quadista, em m/s, quando a lanterna foi solta?

**Gabarito: 15 m/s**

21. Um pára-quadista radical pretende atingir a velocidade do som. Para isto seu plano é saltar de um balão estacionário na alta atmosfera, equipado com roupas pressurizadas. Como nessa altitude o ar é muito rarefeito, a força de resistência do ar é desprezível. Suponha que a velocidade inicial do pára-quadista em relação ao balão seja nula e que a aceleração da gravidade seja igual a  $10\text{m/s}^2$ . A velocidade do som nessa altitude é  $300\text{m/s}$ . Calcule:

- a) em quanto tempo ele atinge a velocidade do som;  
b) a distância percorrida nesse intervalo de tempo.

**Gabarito: a) 30s b) 4,5 km**

22. Um projétil de brinquedo é arremessado verticalmente para cima, da beira da sacada de um prédio, com uma velocidade inicial de  $10\text{m/s}$ . O projétil sobe livremente e, ao cair, atinge a calçada do prédio com uma velocidade de módulo igual a  $30\text{m/s}$ . Indique quanto tempo o projétil permaneceu no ar, supondo o módulo da aceleração da gravidade igual a  $10\text{m/s}^2$  e desprezando os efeitos de atrito sobre o movimento do projétil.

- a) 1 s b) 2 s c) 3 s d) 4 s e) 5 s

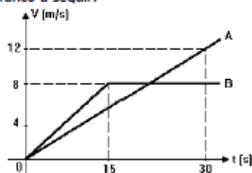
**Gabarito: D**

23. Um foguete sobe verticalmente. No instante  $t = 0$  em que ele passa pela altura de  $100\text{m}$ , em relação ao solo, subindo com velocidade de  $5,0\text{m/s}$ , escapa dele um pequeno parafuso. Considere  $g=10\text{m/s}^2$ . O parafuso chegará ao solo no instante  $t$ , em segundos, igual a:

- a) 20 b) 15 c) 10 d) 5,0 e) 3,0

**Gabarito: D**

24. Dois móveis partem simultaneamente de um mesmo ponto e suas velocidades estão representadas no mesmo gráfico a seguir:



A diferença entre as distâncias percorridas pelos dois móveis, nos 30s, é igual a

- a) zero. b) 60 m c) 120 m d) 180 m e) 300 m

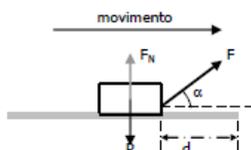
**Gabarito: A**

25. Uma partícula move-se numa trajetória retilínea obedecendo a equação  $x = 20 - 4t + t^2$ .

Determine

- a) o deslocamento da partícula no intervalo 0s a 9s;  
b) a velocidade média no intervalo 0s a 9s;  
c) a aceleração no instante  $t=5s$ .

**Trabalho de uma Força:** Uma força aplicada sobre um corpo realiza um trabalho quando produz um deslocamento deste corpo. Trabalho é um gasto de energia que produz um deslocamento e energia é tudo aquilo que nos possibilita realizar trabalho.



$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

Onde  $\tau$  = trabalho realizado pela força  
 $F$  = força que promove o deslocamento  
 $d$  = deslocamento  
 $\alpha$  = ângulo entre a força aplicada e a direção do Deslocamento

**Lembre-se:** O trabalho realizado pela força que produz o deslocamento é chamado de trabalho motor, e o trabalho realizado pela força que atrapalha o movimento (força de atrito) é chamado de trabalho resistente.

**Potência:** É a razão entre o trabalho realizado por uma força e o intervalo de tempo gasto para realizá-lo. Potência é uma grandeza escalar que expressa a rapidez com que um trabalho é realizado.

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

A potência é medida em Watts nas unidades do SI.

**Lembre-se:** 1 cv = 735 W  
 1 HP = 746 W

Se um corpo se move com velocidade constante (MRU) a potência pode ser calculada por:

$$P = F \cdot v$$

Onde  $P$  = potência  
 $\tau$  = trabalho  
 $\Delta t$  = intervalo de tempo  
 $F$  = força aplicada sobre o corpo  
 $v$  = velocidade constante

**Energia cinética:** É a energia que os corpos possuem em função de sua velocidade. É a energia que os corpos possuem devido ao seu movimento.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

**Teorema do Trabalho e da Energia Cinética:** "O trabalho realizado por uma força sobre um corpo produz neste uma variação de sua energia cinética".

$$\tau = \Delta E_c$$

**Energia Potencial Gravitacional:** É um tipo de energia armazenada em um corpo devido a sua posição (altura) em relação ao referencial adotado.

$$E_{PG} = m \cdot g \cdot h$$

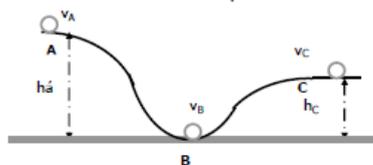
**Energia Potencial Elástica:** É a forma de energia que se encontra armazenada em um corpo elástico (mola) devido sua deformação.

$$E_{PEl} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

**Energia Mecânica:** É a soma de todos os tipos de energia que estão envolvidos no estudo de determinado fenômeno.

$$E_M = E_c + E_{PG} + E_{PEl}$$

**Teorema da Conservação da Energia Mecânica:** "Em um sistema conservativo(sem atritos) a energia mecânica total permanece constante em todos os pontos do sistema".



Pelo teorema da conservação da energia mecânica, temos:

$$E_{MA} = E_{MB} = E_{MC}$$

$$E_{CA} + E_{PGA} = E_{CB} = E_{CC} + E_{PGC}$$

A energia não se cria e nem se perde, apenas se transforma em outro tipo de energia.

**Quantidade de Movimento ou Momento Linear:** É a grandeza física que relaciona a massa de um corpo com sua velocidade para caracterizar o estado de movimento deste corpo.

$$Q = m \cdot v$$

A quantidade de movimento é uma grandeza vetorial que tem a mesma direção e o mesmo sentido da velocidade do corpo.

**Impulso:** O impulso que um corpo recebe depende da força aplicada sobre o corpo e o intervalo de tempo em que esta força atua.. É uma grandeza vetorial tem a mesma direção e sentido da força de aplicação.

$$I = F \cdot \Delta t$$

O impulso estuda o efeito que a força aplicada produz sobre o corpo em levando em consideração o tempo de aplicação.  
**Lembre-se:** A fórmula acima somente pode ser utilizada quando a força aplicada sobre o corpo for constante.

#### Teorema do Impulso e da Quantidade de Movimento:

"O impulso provocado por uma força resultante não nula, aplicada sobre um corpo durante um intervalo de tempo, é igual a variação da quantidade de movimento sofrida por este corpo durante este mesmo intervalo de tempo".  
Matematicamente falando:

$$I = \Delta Q$$

Esta mesma expressão pode ser expressa por:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot (v - v_0)$$

A igualdade entre impulso e quantidade de movimento é aplicada porque as duas grandezas possuem as mesmas unidades.

#### Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento:

"Quando um corpo ou sistema está livre da atuação de forças externas não existe variação da quantidade de movimento deste corpo ou sistema".

Matematicamente:

$$\begin{aligned}\Delta Q &= 0 \\ Q_{\text{final}} - Q_{\text{inicial}} &= 0 \\ Q_{\text{final}} &= Q_{\text{inicial}}\end{aligned}$$

#### **Exercícios**

1. Um corpo de massa 2,0kg é arrastado sobre uma superfície horizontal com velocidade constante de 5,0m/s, durante 10s. Sobre esse movimento são feitas as afirmações:

- I. o trabalho realizado pela força peso do corpo é nulo.
- II. o trabalho realizado pela força de atrito é nulo.
- III. o trabalho realizado pela força resultante é nulo.

Dessas afirmações, SOMENTE:

- a) I e III são corretas.
- b) I e II são corretas.
- c) III é correta.
- d) II é correta.

**Gabarito: A**

2. Um projétil de massa 0,1kg é lançado do solo, segundo um ângulo de 30° com a horizontal e com velocidade de módulo 40m/s. Despreze a resistência do ar. Qual o módulo, em Joules, do trabalho realizado pela força peso durante o movimento ascendente deste projétil?

dado:  $g = 10\text{m/s}^2$

**Gabarito: 20J**

3. Um trator utilizado para lavrar a terra arrasta um arado com uma força de 10.000N. Que trabalho se realiza neste caso num percurso de 200m?

- a) 20 . 10<sup>6</sup> joules
- b) 200 . 10<sup>6</sup> joules
- c) 50 joules
- d) 500 joules
- e) 2 . 10<sup>6</sup> joules

**Gabarito: E**

4. Um paciente em tratamento fisioterápico realiza um exercício realiza um exercício durante o qual distende uma mola 20 centímetros. Sabendo que a constante elástica dessa mola é de 400N/m, determine:

- a) a força máxima que a mola exerce sobre o paciente, quando distendida 20 centímetros;
- b) o trabalho físico realizado pelo paciente, para distender a mola 20 centímetros.

**Gabarito: a) 80 N b) 8,0 J**

5. Um carro recentemente lançado pela indústria brasileira tem aproximadamente 1500kg e pode acelerar, do repouso até uma velocidade de 108km/h, em 10 segundos (fonte: Revista Quatro Rodas, agosto/02).

Adote 1 cavalo-vapor (CV) = 750 W.

- a) Qual o trabalho realizado nesta aceleração?
- b) Qual a potência do carro em CV?

**Gabarito: a) 6,75 . 10<sup>5</sup> J b) 90 CV**

6. Um motor de potência útil igual a 125 W, funcionando como elevador, eleva a 10 m de altura, com velocidade constante, um corpo de peso igual a 50 N, no tempo de

- a) 0,4 s
- b) 2,5 s
- c) 12,5 s
- d) 5,0 s
- e) 4,0 s

**Gabarito: E**

7. Um barco, equipado com um motor de popa cuja potência é 25 HP, desloca-se com velocidade relativa à velocidade do rio que é de 36 km/h. Sabendo que 1 HP vale aproximadamente 745 W, qual o módulo da força exercida no barco, em N?

- a) 25/36
- b) 25/36 (745)
- c) 2,5 (745)
- d) 2,5
- e) 36/25 (745)

**Gabarito: C**

8. Uma força de 20N desloca, na mesma direção e sentido da força, um corpo de 4kg, em uma distância de 10m. O fenômeno todo ocorre em 5 segundos. Qual o módulo da potência realizada pela força?

**Gabarito: 40W**

#### Energia Cinética e Teorema da Energia Cinética:

9. Qual a energia cinética de um corpo que possui massa de 45kg e velocidade de 10m/s?

**Gabarito: 2250 J**

10. Um objeto de massa igual a 2,0kg, inicialmente em repouso, percorre uma distância igual a 8,0m em uma superfície horizontal sem atrito, sob a ação de uma força constante, também horizontal, igual a 4,0N. A variação da energia cinética do objeto é

- a) 4,0 J
- b) 8,0 J
- c) 16,0 J
- d) 32,0 J
- e) 64,0 J

**Gabarito: D**

11. Um projétil de 20 gramas, com velocidade de 240m/s, atinge o tronco de uma árvore e nele penetra uma certa distância até parar. Determine: a) a energia cinética  $E_c$  do projétil antes de colidir com o tronco e o trabalho  $T$  realizado sobre o projétil na sua trajetória no interior do tronco, até parar. b) Sabendo que o projétil penetrou 18cm no tronco da árvore, determine o valor médio  $F_m$  da força de resistência que o tronco ofereceu à penetração do projétil.

**Gabarito: a)  $E_c = 576J$   $T = - 576J$  b)  $F_m = 3,2 \cdot 10^3 N$ .**

12. Dá-se um tiro contra uma porta. A bala, de massa 10 g, tinha velocidade de 600 m/s ao atingir a porta e, logo após atravessá-la, sua velocidade passa a ser de 100 m/s. Se a espessura da porta é de 5,0 cm, a força média que a porta exerceu na bala tem módulo, em Newton:

- a) 1,0 . 10<sup>3</sup>
- b) 2,0 . 10<sup>3</sup>
- c) 5,0 . 10<sup>3</sup>
- d) 2,0 . 10<sup>4</sup>
- e) 3,5 . 10<sup>4</sup>

**Gabarito: E**

### Energia Potencial Gravitacional e Elástica:

13. Qual a energia potencial gravitacional de um corpo de 30kg, que está a 30m acima do solo, em relação ao próprio solo? Dado que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Gabarito: 9000 J

14. Em uma trajetória retilínea, um carro de massa  $1,2 \cdot 10^3 \text{ kg}$  passa por um ponto A com velocidade de 36km/h e, 20 s depois, por um ponto B com velocidade de 72km/h. No deslocamento de A até B, o trabalho da força resultante sobre o carro vale, em joules:

- a)  $3,6 \times 10^3$  b)  $1,8 \times 10^4$  c)  $3,6 \times 10^4$  d)  $1,8 \times 10^5$   
e)  $3,6 \times 10^5$

Gabarito: D

15. Uma bola de borracha é abandonada a 2,0m acima do solo. Após bater no chão, retorna a uma altura de 1,5m do solo. A percentagem da energia inicial perdida na colisão da bola com o solo é:

- a) 5 % b) 15 % c) 20 % d) 25 % e) 35 %

Gabarito: D

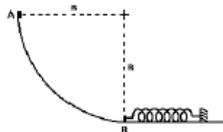
### Energia Mecânica e Conservação:

16. Em um dado ponto de um sistema um corpo possui 200J de energia cinética e 500J de energia potencial. Qual o valor da energia mecânica desse corpo?

Gabarito: 700J

17. Um objeto de massa 400g desce, a partir do repouso no ponto A, por uma rampa, em forma de um quadrante de circunferência de raio  $R=1,0\text{m}$ . Na base B, choca-se com uma mola de constante elástica  $k=200\text{N/m}$ .

Desprezando a ação de forças dissipativas em todo o movimento e adotado  $g=10\text{m/s}^2$ , a máxima deformação da mola é:



- a) 40cm b) 20cm c) 10cm d) 4,0cm e) 2,0cm

Gabarito: B

18. Uma pedra de 4 kg de massa é colocada em um ponto A, 10m acima do solo. A pedra é deixada cair livremente até um ponto B, a 4 m de altura.

Quais são, respectivamente, a energia potencial no ponto A, a energia potencial no ponto B e o trabalho realizado sobre a pedra pela força peso? (Use  $g=10 \text{ m/s}^2$  e considere o solo como nível zero para energia potencial).

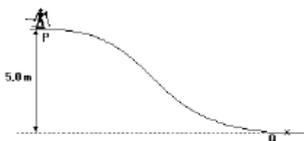
- a) 40 J, 16 J e 24 J.  
b) 40 J, 16 J e 56 J.  
c) 400 J, 160 J e 240 J.  
d) 400 J, 160 J e 560 J.  
e) 400 J, 240 J e 560 J.

Gabarito: C

19. Um esquiador de massa  $m=70\text{kg}$  parte do repouso no ponto P e desce pela rampa mostrada na figura. Suponha

que as perdas de energia por atrito são desprezíveis e considere  $g=10\text{m/s}^2$ .

Determine energia cinética e a velocidade do esquiador quando ele passa pelo ponto Q, que está 5,0m abaixo do ponto P.



- a) 50 J e 15m/s. b) 350 J e 5,0m/s. c) 700 J e 10m/s.  
d)  $3,5 \times 10^4$  J e 10m/s. e)  $3,5 \times 10^6$  J e 20m/s.

Gabarito: D

### Quantidade de Movimento e Impulso:

20. Qual a quantidade de movimento de um corpo que possui massa de 45kg e velocidade de 10m/s?

Gabarito: 450 kg.m/s

21. Um caminhão de 3t (3000kg) de massa e uma bicicleta de 10kg de massa movem-se com velocidade de 20km/h ( $\sim 5,6\text{m/s}$ ). Das afirmações abaixo, qual é a VERDADEIRA?

- a) A quantidade de movimento é uma grandeza escalar e, portanto, não depende nem da direção nem do sentido da velocidade.  
b) Como o caminhão e a bicicleta têm a mesma velocidade, a quantidade de movimento também é a mesma.  
c) A quantidade de movimento do caminhão tem valor 16,8kg.m/s e sempre o mesmo sentido de sua velocidade.  
d) Os vetores quantidade de movimento do caminhão e da bicicleta serão iguais caso eles tenham velocidades com mesma direção e mesmo sentido.  
e) O valor da quantidade de movimento de cada um deles é diferente porque suas massas são diferentes.

Gabarito: E

22. Uma funcionária, de massa 50 kg, utiliza patins para se movimentar no interior do supermercado. Ela se desloca de um caixa a outro, sob a ação de uma força F, durante um intervalo de tempo de 0,5 s, com aceleração igual a  $3,2 \text{ m/s}^2$ . Desprezando as forças dissipativas, determine o impulso produzido por essa força F.

Gabarito: 80 N.s

23. Pular corda é uma atividade que complementa o condicionamento físico de muitos atletas.

Suponha que um boxeador exerça no chão uma força média de  $1,0 \times 10^4 \text{ N}$ , ao se erguer pulando corda. Em cada pulo, ele fica em contato com o chão por  $2,0 \times 10^{-2} \text{ s}$ .

Na situação dada, o impulso que o chão exerce sobre o boxeador, a cada pulo, é:

- a) 4,0 Ns b)  $1,0 \times 10 \text{ Ns}$  c)  $2,0 \times 10^2 \text{ Ns}$  d)  $4,0 \times 10^3 \text{ Ns}$   
e)  $5,0 \times 10^5 \text{ Ns}$

Gabarito: C

### Teorema do Impulso e Conservação da Quantidade de Movimento:

24. Uma arma é disparada ao nível do solo, lançando uma bala com velocidade inicial de 400m/s numa direção  $15^\circ$  acima da horizontal. No ponto mais alto de sua trajetória, a

bala atinge um bloco de madeira de massa 199 vezes maior que a sua, inicialmente em repouso no alto de um poste, conforme a figura. Considerando que a bala fica encravada no bloco, determine a quantos metros da base do poste o bloco irá atingir o solo? Despreze a resistência do ar e o atrito do bloco com o poste.

**Gabarito:** 20 m

25. Uma sonda espacial de 1000kg, vista de um sistema de referência inercial, encontra-se em repouso no espaço. Num determinado instante, seu propulsor é ligado e, durante o intervalo de tempo de 5 segundos, os gases são ejetados a uma velocidade constante, em relação à sonda, de 5000m/s. No final desse processo, com a sonda movendo-se a 20m/s, a massa aproximada de gases ejetados é

a) 0,8 kg b) 4 kg c) 5 kg d) 20 kg e) 25 kg.

**Gabarito:** B

26. Uma partícula possui 300 kg.m/s de quantidade de movimento. A partícula recebe um impulso de 500 N.s, na mesma direção e sentido do movimento. Qual a quantidade de movimento final desta partícula?

**Gabarito:** 800 kg.m/s

27. Um atirador, com uma metralhadora, pode resistir a uma força média de recuo de, no máximo, 160N. As balas têm massa 40 g cada uma e saem da metralhadora com velocidade de 800m/s. O número máximo de projéteis que podem ser atirados por segundo é:

a) 16 b) 10 c) 8 d) 5 e) 4

**Gabarito:** D

28. Um corpo de massa  $m=20\text{kg}$ , deslocando-se sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, sofre o impulso de uma força,  $I = 60\text{N.s}$ , no sentido do seu movimento, no instante em que a velocidade do corpo era  $V_0 = 5,0\text{m/s}$ . Sabendo-se ainda que a aceleração média sofrida pelo corpo durante a atuação da força foi de  $300\text{m/s}^2$ , calcule:

a) a velocidade final do corpo;  
b) o tempo de atuação da força;  
c) o valor médio da força.

**Gabarito:** a)  $8,0\text{ m/s}$  b)  $1,0 \times 10^{-2}\text{ s}$  c)  $6,0 \times 10^3\text{ N}$

29. Um corpo de massa "m" se encontra em repouso sobre uma superfície horizontal, sem atrito, quando é submetido à ação de uma força F, constante, paralela à superfície, que lhe imprime uma aceleração de  $2,0\text{m/s}^2$ . Após 5,0s de movimento o módulo da sua quantidade de movimento vale  $20\text{kg.m/s}$ .

A massa "m" do corpo, em kg, vale:

a) 5,0 b) 2,0 c) 1,0 d) 0,20 e) 0,10

**Gabarito:** B

30. Todo caçador, ao atirar com um rifle, mantém a arma firmemente apertada contra o ombro evitando assim o 'coice' da mesma. Considere que a massa do atirador é 95,0kg, a massa do rifle é 5,00kg e a massa do projétil é 15,0g a qual é disparada a uma velocidade de  $3,00 \times 10^3\text{ cm/s}$ . Nestas condições, a velocidade de recuo do rifle ( $V_r$ ) quando se segura muito frouxamente a arma e a velocidade de recuo do atirador ( $V_a$ ) quando ele mantém a arma firmemente apoiada no ombro serão, respectivamente:

a)  $0,90\text{m/s}$ ;  $4,7 \times 10^{-2}\text{ m/s}$   
b)  $90,0\text{m/s}$ ;  $4,7\text{m/s}$   
c)  $90,0\text{m/s}$ ;  $4,5\text{m/s}$   
d)  $0,90\text{m/s}$ ;  $4,5 \times 10^{-2}\text{ m/s}$   
e)  $0,10\text{m/s}$ ;  $1,5 \times 10^{-2}\text{ m/s}$

**Gabarito:** D

31. Uma bola de futebol de massa igual a 300 g atinge uma trave da baliza com velocidade de 5,0 m/s e volta na mesma direção com velocidade idêntica.

O módulo do impulso aplicado pela trave sobre a bola, em  $\text{N} \times \text{s}$ , corresponde a:

a) 1,5  
b) 2,5  
c) 3,0  
d) 5,0

**Gabarito:** C

32. Em um teste de colisão, um automóvel de 1500 kg colide frontalmente com uma parede de tijolos. A velocidade do automóvel anterior ao impacto era de 15 m/s. Imediatamente após o impacto, o veículo é jogado no sentido contrário ao do movimento inicial com velocidade de 3 m/s. Se a colisão teve duração de 0,15 s, a força média exercida sobre o automóvel durante a colisão foi de

a)  $0,5 \times 10^4\text{ N}$ .  
b)  $1 \times 10^4\text{ N}$ .  
c)  $3 \times 10^3\text{ N}$ .  
d)  $15 \times 10^4\text{ N}$ .  
e)  $18 \times 10^4\text{ N}$ .

**Gabarito:** E

33. Um corpo de massa 2 kg varia sua velocidade de 10 m/s para 30 m/s, sob a ação de uma força constante. O impulso da força sobre o corpo é, em Ns,

a) 20  
b) 30  
c) 40  
d) 60  
e) 80

**Gabarito:** C

34. Uma esfera se move sobre uma superfície horizontal sem atrito. Num dado instante, sua energia cinética vale 20J e sua quantidade de movimento tem módulo 20 N.s.

Nestas condições, é correto afirmar que sua

a) velocidade vale 1,0 m/s.  
b) velocidade vale 5,0 m/s.  
c) velocidade vale 10 m/s.  
d) massa é de 1,0 kg.  
e) massa é de 10 kg.

**Gabarito:** E

35. Uma partícula possui 300 kgm/s de quantidade de movimento. A partícula recebe um impulso de 500 N.s, na mesma direção e sentido do movimento. Qual a quantidade de movimento final desta partícula?

**Gabarito:** 800

**Movimento Retilíneo Uniforme (MRU):** Este tipo de movimento é caracterizado por ocorrer em trajetória retilínea com velocidade constante. Quando um móvel possui velocidade constante dizemos que ele percorre distâncias iguais em intervalos de tempos iguais. O MRU é representado por uma única equação, chamada de Equação Horária da Posição para o MRU.

$$x = x_0 + v \cdot t$$

Onde  $x$  = posição final

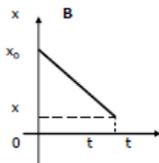
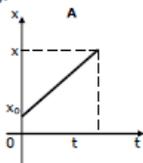
$x_0$  = posição inicial

$v$  = velocidade constante

$t$  = intervalo de tempo em que ocorreu o movimento

Nesta equação a posição é uma função do tempo,  $x = f(t)$ .

**Importante:** Como a equação horária da posição do MRU é uma equação de 1º grau, este movimento pode ser representado pelo gráfico da posição pelo tempo ( $x \cdot t$ ).



No gráfico **A** temos uma função crescente, o que indica que o valor da velocidade é positivo, e no gráfico **B** temos uma função decrescente o que indica que o valor da velocidade é negativo.

**Lembre-se:** Se o valor da velocidade é positivo o movimento é classificado como movimento progressivo, e se o valor da velocidade é negativo o movimento é classificado como movimento retrógrado ou regressivo.

### Exercícios

1. A tabela fornece, em vários instantes, a posição  $s$  de um automóvel em relação ao km zero da estrada em que se movimentava.

A função horária que nos fornece a posição do automóvel, com as unidades fornecidas, é:

$t$ (h)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
$s$ (km)	200	170	140	110	80	50

- a)  $s = 200 + 30t$   
 b)  $s = 200 - 30t$   
 c)  $s = 200 + 15t$   
 d)  $s = 200 - 15t$   
 e)  $s = 200 - 15t^2$

2. Um automóvel percorre uma estrada com função horária  $s = -40 + 80t$ , onde  $s$  é dado em km e  $t$  em horas. O automóvel passa pelo km zero após:

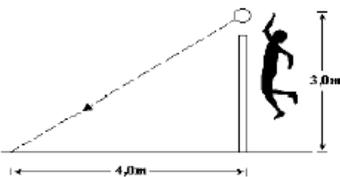
- a) 1,0h. b) 1,5h. c) 0,5h. d) 2,0h. e) 2,5h.

3. Num caminhão-tanque em movimento, uma torneira mal fechada goteja à razão de 2 gotas por segundo. Determine a velocidade do caminhão, sabendo que a distância entre marcas sucessivas deixadas pelas gotas no asfalto é de 2,5 metros.

$$v = 5\text{m/s}$$

4. Marcelo Negrão, numa partida de vôlei, deu uma cortada na qual a bola partiu com uma velocidade de 126km/h. Sua mão golpeou a bola a 3,0m de altura, sobre a rede, e ela tocou o chão do adversário a 4,0m da base da rede, como mostra a figura. Nessa situação pode-se considerar, com boa aproximação, que o movimento da bola é retilíneo e uniforme.

Considerando essa aproximação, pode-se afirmar que o tempo decorrido entre o golpe do jogador e o toque da bola no chão é de:



- a) 1,7 s b) 2/63 s c) 3/35 s d) 4/35 s e) 5/126 s

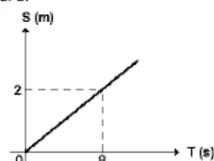
5. Um móvel animado de movimento uniforme percorre 30m com velocidade de 36 km/h. Em quanto tempo o móvel faz tal percurso?

- a) 1,2 s b) 1080 s c) 3,0 s d) 0,30 s e) 300 s

6. Um automóvel mantém velocidade escalar constante de 72,0 km/h. Em uma hora e dez minutos ele percorre, em km, uma distância de:

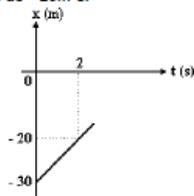
- a) 79,2 b) 80,0 c) 82,4 d) 84,0 e) 90,0

7. O gráfico da função horária  $S = v \cdot t$ , do movimento uniforme de um móvel, é dado ao a seguir. Pode-se afirmar que o móvel tem velocidade constante, em m/s, igual a:



- a) 4 b) 2 c) 0,10 d) 0,75 e) 0,25

8. Um móvel se desloca sobre uma reta conforme o diagrama a seguir. O instante em que a posição do móvel é de +20m é:



- a) 6 s b) 8 s c) 10 s d) 12 s e) 14 s

9. Um corpo obedece à equação  $S = 20 - 5 \cdot t$ , em unidades do sistema internacional. Este movimento é progressivo ou retrógrado? Qual o tempo para o móvel passar pela origem dos espaços? E qual sua posição após 35s de movimento?

**Retrógrado.  $t = 4s$ .  $s = -155m$**

10. A equação horária  $S = 3 + 4 \cdot t$ , em unidades do sistema internacional, traduz, em um dado referencial, o movimento de uma partícula. No instante  $t = 3s$ , qual a posição da partícula?

**$v = 4m/s$**

11. Um trem de 200m de comprimento viaja a 10m/s. Qual o intervalo de tempo necessário para que este trem ultrapasse um poste que está ao lado da linha férrea?

**$\Delta t = 20s$**

12. Um veículo obedece a equação  $S = 20 - 4t$ , em unidades do sistema internacional. Qual a posição do corpo, no instante  $t = 3,0s$ ?

**$s = 8m$**

13. Considere um corpo viajando a 40km/h. Nesta velocidade, suposta constante, qual a distância percorrida pelo móvel em 15 minutos?

**$\Delta s = 10km$**

14. Admitindo que um circuito tenha 5 km de extensão, e que uma corrida disputada neste tenha 78 voltas e que a média de velocidade das voltas é de 195km/h, em quanto tempo o piloto termina a corrida?

**$\Delta t = 2h$**

15. Dois carros partem de um mesmo lugar e viajam numa mesma direção e no mesmo sentido. Um deles faz o percurso com uma velocidade média de 70 km/h e o outro, com 80 km/h. No fim de 2,5h, qual a distância entre eles?

**$\Delta s = 25km$**

16. Supondo que dois carros tenham a mesma velocidade média (85 km/h) e viajem na mesma direção, porém sentidos opostos. Considere que os móveis partiam do mesmo ponto. No fim de 3h, qual é a distância entre eles?

**$\Delta s = 510km$**

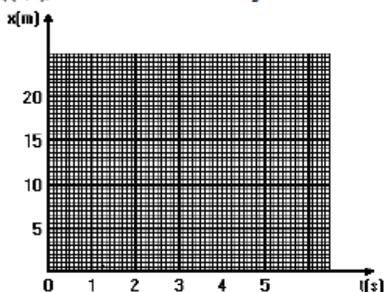
17. Um trem sai da estação de uma cidade, em percurso retilíneo, com velocidade constante de 50 km/h. Quanto tempo depois de sua partida deverá sair, da mesma estação, um segundo trem com velocidade constante de 75 km/h para alcançá-lo a 120 km da cidade?

- a) 24 min b) 48 min c) 96 min d) 144 min e) 288 min.

18. Uma motocicleta com velocidade constante de 20m/s ultrapassa um trem de comprimento 100m e velocidade 15m/s. O deslocamento da motocicleta durante a ultrapassagem é:

- a) 400m b) 300m c) 200m d) 150m e) 100m

19. O movimento de uma partícula efetua-se ao longo do eixo x. Num gráfico (x,t) desse movimento podemos localizar os pontos:  $P_0(25;0)$ ,  $P_1(20;1)$ ,  $P_2(15;2)$ ,  $P_3(10;3)$  e  $P_4(5;4)$ , com x em metros e t em segundos.



a) Explique o significado físico deste movimento.

b) Qual é o tipo de movimento?

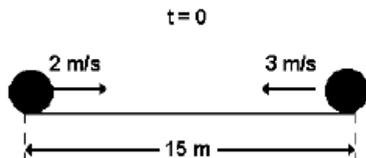
c) Deduza a equação horária do movimento com os coeficientes numéricos corretos.

a) o móvel desloca-se em sentido contrário à trajetória.

b) MRU retrógrado.

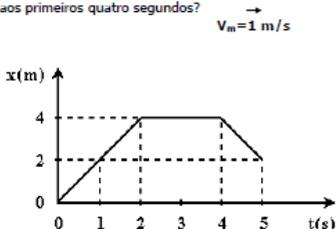
c)  $x = 25 - 5,0 t$

20. Duas bolas de dimensões desprezíveis se aproximam uma da outra, executando movimentos retilíneos e uniformes (veja a figura). Sabendo-se que as bolas possuem velocidades de 2m/s e 3m/s e que, no instante  $t=0$ , a distância entre elas é de 15m, podemos afirmar que o instante da colisão é:

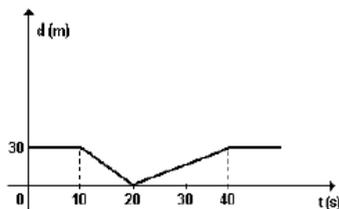


- a) 1 s b) 2 s c) 3 s d) 4 s e) 5 s

21. O gráfico a seguir representa a posição em função do tempo de um objeto em movimento retilíneo. Qual a velocidade média do objeto, em m/s, correspondente aos primeiros quatro segundos?



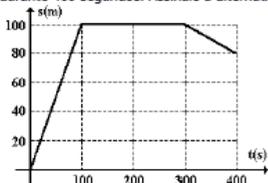
22. A posição de um corpo varia em função do tempo, de acordo com o gráfico a seguir.



Determine, DESCREVENDO passo a passo, os raciocínios adotados na solução das questões adiante;

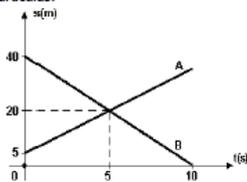
- a) a posição do corpo no instante 5 segundos;  
 b) a velocidade no instante 15 segundos;  
 c) a posição no instante 25 segundos.  
 a)  $s = 30 \text{ m}$    b)  $v = -3,0 \text{ m/s}$    c)  $s = 7,5 \text{ m}$

23. O gráfico a seguir ilustra a posição  $s$ , em função do tempo  $t$ , de uma pessoa caminhando em linha reta durante 400 segundos. Assinale a alternativa correta.



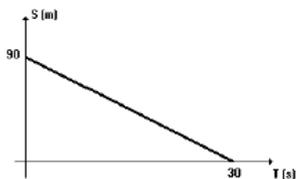
- a) A velocidade no instante  $t = 200\text{s}$  vale  $0,5\text{m/s}$ .  
 b) Em nenhum instante a pessoa parou.  
 c) A distância total percorrida durante os 400 segundos foi 120m.  
 d) O deslocamento durante os 400 segundos foi 180m.  
 e) O valor de sua velocidade no instante  $t=50\text{s}$  é menor do que no instante  $t=350\text{s}$ .

24. Duas partículas A e B movem-se numa mesma trajetória, e o gráfico a seguir indica suas posições ( $s$ ) em função do tempo ( $t$ ). Pelo gráfico podemos afirmar que as partículas:



- a) movem-se no mesmo sentido;  
 b) movem-se em sentidos opostos;  
 c) no instante  $t=0$ , encontram-se a 40m uma da outra;  
 d) movem-se com a mesma velocidade;  
 e) não se encontram.

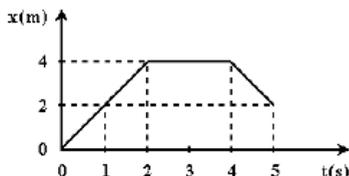
25. O gráfico a seguir representa o movimento de uma partícula.



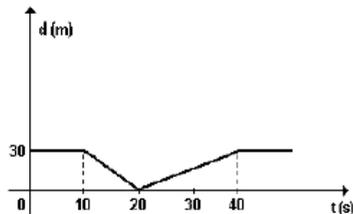
- 1) Qual o tipo de movimento aqui representado?  
 2) Qual a posição inicial da partícula?  
 3) O que representa o instante  $t = 30\text{s}$ ?  
 4) O movimento em questão é progressivo ou retrógrado?  
 5) Qual a velocidade da partícula entre  $t=0$  e  $t=30\text{s}$ ?
- 1) Movimento uniforme  
 2)  $s_0 = 90 \text{ m}$   
 3) O instante no qual a partícula está na origem dos espaços  
 4) Retrógrado.  
 5)  $v = -3 \text{ m/s}$

21. O gráfico a seguir representa a posição em função do tempo de um objeto em movimento retilíneo. Qual a velocidade média do objeto, em m/s, correspondente aos primeiros quatro segundos?

$$V_m = 1 \text{ m/s}$$



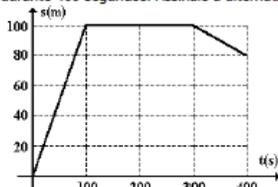
22. A posição de um corpo varia em função do tempo, de acordo com o gráfico a seguir.



Determine, DESCRREVENDO passo a passo, os raciocínios adotados na solução das questões adiante:

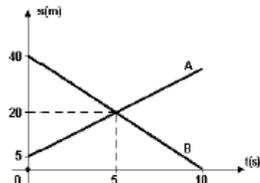
- a) a posição do corpo no instante 5 segundos;  
 b) a velocidade no instante 15 segundos;  
 c) a posição no instante 25 segundos.  
 a)  $s = 30 \text{ m}$    b)  $v = -3,0 \text{ m/s}$    c)  $s = 7,5 \text{ m}$

23. O gráfico a seguir ilustra a posição  $s$ , em função do tempo  $t$ , de uma pessoa caminhando em linha reta durante 400 segundos. Assinale a alternativa correta.



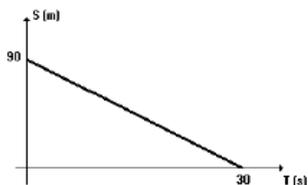
- a) A velocidade no instante  $t = 200\text{s}$  vale  $0,5\text{m/s}$ .  
 b) Em nenhum instante a pessoa parou.  
 c) A distância total percorrida durante os 400 segundos foi 120m.  
 d) O deslocamento durante os 400 segundos foi 180m.  
 e) O valor de sua velocidade no instante  $t=50\text{s}$  é menor do que no instante  $t=350\text{s}$ .

24. Duas partículas A e B movem-se numa mesma trajetória, e o gráfico a seguir indica suas posições ( $s$ ) em função do tempo ( $t$ ). Pelo gráfico podemos afirmar que as partículas:



- a) movem-se no mesmo sentido;  
 b) movem-se em sentidos opostos;  
 c) no instante  $t=0$ , encontram-se a 40m uma da outra;  
 d) movem-se com a mesma velocidade;  
 e) não se encontram.

25. O gráfico a seguir representa o movimento de uma partícula.



- 1) Qual o tipo de movimento aqui representado?  
 2) Qual a posição inicial da partícula?  
 3) O que representa o instante  $t = 30\text{s}$ ?  
 4) O movimento em questão é progressivo ou retrógrado?  
 5) Qual a velocidade da partícula entre  $t=0$  e  $t=30\text{s}$ ?  
 1) Movimento uniforme  
 2)  $s_0 = 90 \text{ m}$   
 3) O instante no qual a partícula está na origem dos espaços.  
 4) Retrógrado.  
 5)  $v = -3 \text{ m/s}$

C

**Apêndice**  
**SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO ÉTICO SISTEMA DE ENSINO**  
**(TRADICIONAL)**

**I TRIMESTRE**

**UNIDADE I: PRIMEIROS CONCEITOS**

- 1.1. O que é Física como Ciência;
- 1.2. Mecânica e suas partes;
- 1.3. Conceito de grandezas escalares e vetoriais;
- 1.4. Sistema Internacional de Unidade e Sistema CGS

**UNIDADE II: CINEMÁTICA**

- 2.1. Conceito de posição, tempo, referencial, repouso, movimento e trajetória; pto material e extenso;
- 2.2. Espaço e deslocamento escalar;
- 2.3. Velocidade escalar média e velocidade instantânea;
- 2.4. Velocidade (vetorial) média;
- 2.5. Movimento retilíneo uniforme (MRU);
  - 2.5.1. Conceito, função horária da posição e representação gráfica;
- 2.6. Movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV);
  - 2.6.1. Conceito, aceleração escalar média e instantânea; funções horárias da posição e da velocidade, equação de Torricelli e representações gráficas;
- 2.7. Movimentos Verticais;
  - 2.7.1. Queda livre e lançamentos verticais para baixo e para cima.

**UNIDADE III: DINÂMICA**

- 3.1. Cinemática vetorial;
  - 3.1.1. Operações com vetores e decomposição vetorial;
- 3.2. Movimento circulares;
  - 3.2.1. Conceito de período e frequência, movimento circular uniforme (MCU), velocidade linear, angular e aceleração centrípeta;
- 3.3. Primeira Lei de Newton – Lei da Inércia;
- 3.4. Segunda Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica;

- 3.5. Terceira Lei de Newton – Lei da ação e reação;
- 3.6. Lei de Hooke;
- 3.7. Aplicação das Leis de Newton;
- 3.8. Atrito entre sólidos, lei do atrito;
- 3.9. Forças em movimentos circulares. Resultante tangencial e resultante centrípeta

## II TRIMESTRE

### **UNIDADE IV: TRABALHO E POTÊNCIA**

- 4.1. Trabalho de uma força constante;
- 4.2. Trabalho de uma força variável;
- 4.3. Teoremas trabalho e energia;
- 4.4. Potência e rendimento.

### **UNIDADE V: ENERGIA**

- 5.1. Energia Cinética;
- 5.2. Energia potencial gravitacional e elástica;
- 5.3. Energia mecânica;
- 5.4. Energia mecânica em sistemas conservativos;
- 5.5. Energia mecânica em sistemas dissipativos;
- 5.6. Fontes de energia.

### **UNIDADE VI: IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO**

- 6.1. Impulso de uma força;
- 6.2. Quantidade de movimento;
- 6.3. Teorema do impulso e da quantidade de movimento;
- 6.4. Conservação da quantidade de movimento;

### **UNIDADE VII: ESTÁTICA**

- 7.1. Conceito de ponto material e corpo extenso;
- 7.2. Sistema de forças em um ponto material e equilíbrio de um ponto material;
- 7.3. Conceito de momento ou torque;
- 7.4. Equilíbrio de corpos extensos;
- 7.5. Alavancas.

## III TRIMESTRE

## **UNIDADE VIII: GRAVITAÇÃO UNIVERSAL**

- 8.1. Características da gravitação universal;
- 8.2. Leis de Kepler;
- 8.3. Lei geral da gravitação universal.

## **UNIDADE IX: LANÇAMENTOS E COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS**

- 9.1. Movimentos Verticais. Queda livre, lançamento vertical para baixo e lançamento vertical para cima;
- 9.2. Composição de movimentos. Lançamento horizontal e o blíquo.

## **UNIDADE X: HIDROSTÁTICA**

- 10.1. Densidade, massa específica e peso específico;
- 10.2. Pressão de sólidos e líquidos;
- 10.3. Teorema de Stevin;
- 10.4. Vasos comunicantes;
- 10.5. Teorema de Pascal (Prensa hidráulica);
- 10.6. Teorema de Arquimedes (Empuxo).

**Apêndice** **D**  
**SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE FÍSICA 1 NA PRIMEIRA FASE DO ENSINO SUPERIOR**

**Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl - Fundamentos da Física I - 4ª edição - Ed. LTC. Rio de Janeiro, 1996.**

- I – Mediação (Apresentação).
- II – Movimentos Retilíneos.
- III – Vetores.
- IV – Movimento em duas e Três Dimensões.
- V – Força e Movimento I.
- VI – Força e Movimento II.
- VII – Trabalho e Energia Cinética.
- VIII – Conservação da Energia.
- IX – Sistemas de Partículas.
- X – Colisões.
- XI – Rotação
- XII – Rolamento, Torque e Momento Angular

**Young, Hugh D.; Freedman, Roger A. - Física 1 –Mecânica / Young e Freedman - 12ª ed. - Ed. Pearson. São Paulo, 2008.**

- I – Grandezas Físicas e Vetores
- II – Movimento Retilíneo
- III – Movimento em Duas e Três Dimensões
- IV – Leis de Newton do Movimento
- V – Aplicações das Leis de Newton
- VI – Trabalho e Energia Cinética
- VII – Energia Potencial e Conservação da Energia
- VIII –Momento linear, Impulso e Colisões
- IX - Rotação de corpos rígidos
- X – Dinâmica do Movimento de Rotação
- XI – Equilíbrio e Elasticidade

E

**Apêndice**  
**COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DE NOTAS ENTRE TURMAS DE**  
**ALUNOS QUE UTILIZARAM A SEQUÊNCIA DE CONTEÚDOS**  
**TRADICIONAL E A NOVA SEQUÊNCIA**

A sequência tradicional e a nova sequência foram aplicadas em turmas de bolsistas do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio Catarinense, nos anos de 2011/2012 e 2013/2014.

As médias  $\pm$  desvio padrão da sequência tradicional no 1º e 2º trimestres foram  $5,60 \pm 1,78$  e  $5,63 \pm 1,50$ , respectivamente. No caso da nova sequência, foram  $6,22 \pm 1,46$  e  $6,42 \pm 1,47$ .

Abaixo, as médias  $\pm$  desvio padrão desses dados estão organizados em tabela.

	Sequência Tradicional	Sequência Nova
1º trimestre	$5,60 \pm 1,78$	$6,22 \pm 1,46$
2º trimestre	$5,63 \pm 1,50$	$6,42 \pm 1,47$

Essas diferenças foram consideradas significativas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Mann-Whitney, com  $p < 0,0001$ . Isto significa que em 10.000 casos, apenas um fugiria a essa diferença. Esse resultado é eloquente e mostra que a nova sequência gera notas significativamente maiores que a tradicional. Este não é o objetivo deste trabalho, que visa a apresentar um produto, a nova sequência. Mas esse resultado animador pode ser objeto de pesquisa mais detalhada, a ser realizada posteriormente.

### Sequência de Conteúdos Tradicional

NOME	NOTA 1o Trimestre 1º I 2013	Media Final	NOTA 2º Trimestre
A1	4,5	4,58	3
A2	6,4	6,71	6
A3	2,5	3,55	
A4	7,4	7,58	5,5
A5	5	4,82	
A6	6,5	5,97	4,2
A7	8	8,9	9,2
A8	7,2	8,41	6,3
A9	6,1	6,54	
A10	6,1	7,38	5,4
A11	7,2	7,22	5
A12	4,4	5,72	9,2
A13	4,5	6,4	5,2
A14	5	3,95	6
A15	4,8	6,04	3,8
A16	4,1	6,08	5,2
A17	6,5	7,07	4,3
A19	4,4	5,8	3,3
A20	6,1	4,4	3
A21	2,7	3,3	1,3
A22	5	6,4	7,2
A23	8	6,68	5,5
A24	4,3	5,54	3,8
A25	2,1	3,5	
A26	4,5	6,27	4
A27	3,3	3,2	5
A28	7,6	7,18	
A29		4,5	5,7
A30	3,5	7,14	2,8
A31	5,6	5,7	6,8
A32	6,3	6,44	4,2
A33	5,4	5,54	5,3
A34	3,4	7,02	4,3
A35	4,3	6,45	6,2
A36	5,8	9,2	5,7
A37	7,5	7,95	8
A38	7,8	7,67	7
A39	9,5	7,14	5,2
A40	6,9	8,11	5,8
A42	2	4,2	3

A43		5	6,4	6
A44		8,7	7,52	5,5
A45		4,9	5,71	5,5
A46		5,7	6,17	4,8
A47		7,2	6,68	6,3
A48		5,1	6,17	6,3
A49		2,1	3,8	2,5
A50		5,4	5,47	2,8
A51		3,1	4,35	3,3
	1 J 2013			
A52		4,6	4,12	4
A53		5	7	7,2
A54		5,1	6,77	7,8
A55		4,3	4,92	3,8
A56		7,8		7,7
A57		4	4,6	4,3
A58		5,8	6,08	5
A59		3,9	5,05	4,8
A60		6,6	7,18	7
A61		4,4	4,34	4,2
A62		6,1	6,32	6
A63		3	3,67	5,5
A64		8,8	7,85	5,8
A65		9,1	8,34	7,2
A66		6,4	7,2	6,8
A67		6,7	6,27	4
A68		5,2	4,61	3
A69		5,6	6,3	5,2
A70		4,1	4,81	4,2
A71		8,3	7,52	6,5
A72		7,1	6,45	5
A73		8,2	7,44	6,3
A74		9	8,58	8
A75		5,4	6,28	5,8
A76		3,8	5,71	4,8
A77		5,3	6,08	5,8
A78		3,3	5	5,8
A79		4,7	5,45	3,3
A80		7,8	7,67	7,5
A81		7	7,01	4,5
A82		7,5	8,2	8
A83		3	4,12	3,2
A84		3,8	4,94	6
A85		4,8	5,57	6
A86		6,6	6,54	7
A87		6,4	8,67	7
A88		3,5	3,91	3

A89	3,8	3,95	3
A90	3,8	4,41	3,7
A91	4	4,48	4,2
A92	8,7	8,71	8
A93	5,8	7,01	5,7
A94	5,5	6,11	6,3
A95	7	7,68	7
A96	2,4	3,54	4
A97	4,4	5,55	5
A98	4,8	5,71	4,4
A99	3,6	4,24	4,8
A100	6,7	7,95	7,7
A101	5	5,47	5
1 K 2013			
A102	6,4	6,1	4
A103	6,1	6,68	5,3
A104	3,6	4,91	4
A105	7,6	7,4	6
A106	4,1	4,47	3
A107	4,1		
A108	5,5	4,04	3,7
A109	4	4,58	1,7
A110	6,6	7,12	6,2
A111	4,9	8,05	7
A112	4,6	5,54	4
A113	6,5	6,41	6,2
A114	4,1		
A115	5,7	6,11	4,3
A116	7	6,01	5,5
A117	8,5	7,27	6
A118	8	6,5	4,7
A119	4,5	5,57	4
A120	4,9	8,01	5,8
A121	4,5		
A122	2,4	3,61	2
A123	6,4	6,28	5,7
A124	3,4	5,68	4,5
A125	6,3	7,51	6,5
A126	3,9	5,65	5,8
A127	5,6	8,4	6,2
A128	3,8	4,6	4,5
A129	5,8	5,5	4
A130	6	8,8	6,3
A131	3,7	3,94	3,2
A132	4,4	5,25	3,8
A133	6	7,11	5
A134	4,6	4,48	4,5

A135	8	7,31	5
A136	5,6	6,12	4,3
A137	6,8	7,1	5,3
A138	6,7	7,2	5,2
A139	3,1	4,2	3,5
A140	6,1	6,61	6,7
A141	4,8	5,98	5,8
A142	5,8	6,81	5
A143	5,6	7,78	3,5
A144	4,5	6	4,8
A145	3,1	4,55	4
A146	6,3	7,55	4,8
A147	7,4	7,01	5
A148	3,5	5,28	4,8
A149	4,9	5,84	4,3
A150	4,5	6,15	5,5
II 2014			
A151	5,5	5,95	6,5
A152	6,6	8,27	7,5
A153	6,5	7,62	6,4
A154	5	5,91	5,5
A155	2,8	4,11	3,5
A156	4	4,8	5,3
A157	4,5	4,92	4,5
A158	7,5	8,12	7,8
A159	6,5	5,95	5,5
A160	5	5,38	5,3
A161	5		
A162	2,6	4,95	5,5
A163	7,5	6,15	6,2
A164	3,5	4,5	5,5
A165	6,8	7,2	4,3
A166	6	7,4	6,2
A167	7	7,01	6,8
A168	7	7,02	6
A169	4	3,75	5
A170	6	4,81	4,2
A171	7,7	7,61	3,3
A172	3,4	5,34	6,5
A173	3	3,3	
A174	8	6,14	6
A175	2,8	3,85	4,7
A176	3	4,05	3,7
A177	7,5	6,77	7,2
A178	9	7,34	6,5
A179	6	7,62	5,7
A180	8,8	7,4	8,8

A181	6,5	7,3	6
A182	5,3	5,45	6,3
A183	7,5	6,52	5,3
A184	4,8	7,01	6,7
A185	6,5	7,24	8,5
A186	4,5	4,51	5
A187	3,7	5,3	6
A188	3,6	4,94	5,3
A189	6	6,35	6,5
A190	2,4	3,3	3,3
A191	5,3	5,64	4,7
A192	4,4	6,47	5,5
A193	7,5	7,03	6,8
A194	3,5	5,02	6,3
A195	7,6	7,65	7,2
A196	7	6,21	6,5
A197	6,5	5,42	5
A198	4,6	4,27	4,5
A199	4	4,3	3,7
A200	6	6,37	5,5
A201	3,2	5,27	5,5
A202	3,5	5,12	4,5
	1 j 2014		
A203	3	5,14	4,5
A204	5,5	4,97	4,7
A205	7,5	6,4	6,5
A206	5,3	7,02	6
A207	8,5	8,85	9,3
A208	5	6,21	5,8
A209	5	5,21	5
A210	3,8	5,05	5,5
A211	8,2	7,97	8
A212	8,6	7,6	7,8
A213	2,4	4,12	5
A214	5	5,18	5,2
A215	6,7	6,6	5,7
A216	5,5		
A217	6,6	6,62	5,5
A218	5	5,7	5,2
A219	2,5	4,45	5,3
A220	8	7,01	6,8
A221	3,2	5,17	5
A222	4	5,74	7,7
A223	5,6	5,47	5,3
A224	6,5	7	4,8
A225	4,7	5,01	4
A226	4,5	5,44	6

A227	5,5	7	7,3
A228	5,8	7,65	7,5
A229	7,4	4,66	
A230	6,5	7,6	8,7
A231	4,7	3,11	
A232	7,8	8,55	8,2
A233	6,6	8,35	8,3
A234	6,2	6,08	5,2
A235	5	6,2	6,8
A236	7	5,78	6,5
A237	5	5,57	5,5
A238	3,2	4,12	4,5
A239	6	5,2	5
A240	6	5,97	6,2
A241	3,1	5,22	6,5
A242	7,3	7,6	6,3
A243	5,5	5,9	5,7
A244	3,2	4,81	5,7
A245	5	4,68	4,5
A246	7,7	7,81	7,9
A247	2,7	4,37	4,5
A248	3	3,28	7
A249	8,5	6,42	4,8
A250	9	7,01	6,5
A251	8	7,58	7,3
A252	5,5	4,37	6,7
A253	2,5	3,15	4,8
	1 k 2014		
A254	8	7,57	8,3
A255	6,3	6,52	7,7
A256	4,5	3,65	2,8
A257	4,5	4,58	4,8
A258	4,5	5,58	6,2
A259	4,5	5,98	6,7
A260	7,5	6,02	5,8
A261	8	7,01	6
A262	7,5	6,6	5,3
A263	8,5	7,64	7
A264	6,6	7,37	7,5
A265	6,6	5,54	6,2
A266	3,1	4,68	5,5
A267	8,5	8,77	8
A268	8,5	7,11	7,7
A269	6,6	7,61	6,7
A270	8,5	8,3	8,7
A271	3	5,84	6,5
A272	8	7,38	8,4

A273	5	4,85	4,2
A274	3	4,18	3,7
A275	8,5	8,02	7
A276	8,5	7,31	6,9
A277	7,1	6,45	6,5
A278	8	7,68	7,5
A279	3,6	5,57	6
A280	5,1	6,4	5,3
A281	7,6	6,01	7,3
A282	8	7,6	7
A283	7	7,18	5,6
A284	4,5	6,35	8
A285	7	5,94	5,1
A286	8	7,61	6
A287	7,5	8,4	8,8
A288	8,3	7,04	6,3
A289	4	5,37	5,8
A290	6,6	6,32	7
A291	2,5	5,44	6,8
A292	4,5	3,19	1,5
A293	4	7,01	7,5
A294	7,6	7,22	7,8
A295	4,5	5,45	6,8
A296	7	7,45	7,3
A297	6	5,87	6
A298	8,5	8,34	9
A299	8,6	8,2	7
A300	8,7	8,48	8
A301	5	4,9	6,3
A302	7,2	3,56	
A303	3	4,7	5,8
		6,083762712	5,636585366
		1,39337539	1,503638773

## **Apêndice DEPOIMENTOS**

**F**

Este apêndice contém depoimentos de dois professores que aplicaram sequências didáticas que iniciavam por Estática e Leis de Newton e incluíam Cinemática no interior desse conteúdo. A influência desta dissertação nesses professores foi indelével.

Esses depoimentos foram incluídos porque a situação no início do Ensino Superior de Ciências Exatas e Engenharias guarda similaridades com o Primeiro ano do Ensino Médio: a dificuldade dos alunos com funções, gráficos, álgebra é semelhante. Recomenda-se então deixar Cinemática para depois.

### **PRIMEIRO DEPOIMENTO**

Entrevista realizada com o Professor Doutor Emmanuel Gräve de Oliveira que utiliza a Nova Sequência de conteúdos de Física nos cursos de nível superior.

O Professor Doutor Emmanuel Gräve de Oliveira Leciona Física para as fases iniciais dos cursos de Ciências Exatas na Universidade Federal de Santa Catarina desde 2014.

Aplicou a Nova Sequência de conteúdos desde 2015/2 em duas turmas, Bacharelado em Química e Engenharia Química. Em 2016/1 aplicou a Nova Sequência em uma turma de Engenharia de Produção Elétrica e em 2017/2 está aplicando a Nova Sequência em uma turma de Engenharia Civil.

*Pergunta:* O fato de inverter a sequência levou a um melhor ou pior entendimento das Leis de Newton e da Cinemática?

*Resposta:* Levou a um melhor entendimento das Leis de Newton e também da Cinemática.

*Pergunta:* Por que o senhor acha isso?

*Resposta:* Porque as perguntas dos alunos mudaram. Passaram a fazer perguntas muito mais interessantes, ao invés de somente de perguntas matemáticas que também tem seu valor, mas como é a disciplina de Física, os alunos passaram a tentar entender a Física de uma maneira

mais intuitiva, eles ganharam um entendimento intuitivo e também uma performance matemática melhor.

*Pergunta:* Qual a sua avaliação geral da Nova Sequência se comparada com a Sequência Tradicional? Por quê?

*Resposta:* Ela é melhor porque introduz menos conteúdos no início, enquanto que a Sequência Tradicional necessita de muitos conhecimentos matemáticos de saída, como vetores, derivadas. Na primeira parte da Nova Sequência iniciamos com vetores voltados à Física e Leis de Newton, estudando um pouco de Matemática e bastante de Física. Para a segunda prova, o aluno estuda derivadas, Dinâmica e Cinemática, então o aluno estuda mais um pouco de Matemática e bastante Física.

*Pergunta:* Então comparando as duas sequências, esta Nova Sequência privilegia a Física em vez da Matemática?

*Resposta:* Acredito que os alunos também não perdem nada em termos da Matemática, porque eles também não a entendiam; observo que os alunos têm certa dificuldade em entender a Matemática porque às vezes ela não está aplicada, mas se posto em um problema físico e mostrando a necessidade de utilização de uma derivada, de um vetor, os alunos entendem mais facilmente o problema, dando mais valor a explicação e prestando mais atenção.

Um exemplo clássico é: porque na Cinemática só se faz até a derivada segunda, pois se começarmos falando em Cinemática (sequência tradicional) e nunca falarmos das Leis de Newton, somente trabalhando até a derivada segunda, o aluno vai achar arbitrário por que não fazer a derivada terceira, ou quarta derivada com relação ao tempo. Mas se inicia pela Dinâmica, e depois a Cinemática, ele percebe, obviamente, que a aceleração que entra com a Segunda Lei de Newton, e é por isso que não é necessário a derivada segunda, não sendo necessário explicar para o aluno porque que é importante a Matemática, porque ela naturalmente se torna importante. Então acredito que a Nova Sequência é importante para o aluno tanto na parte da Física do conteúdo quanto da Matemática.

*Pergunta:* O senhor recomenda e aplica à Nova Sequência nas suas turmas atuais?

*Resposta:* Sim, recomendo.

*Pergunta:* Há alguma observação que o senhor gostaria de fazer em relação à Nova Sequência?

*Resposta:* Utilizando a Nova Sequência percebo que sou mais eficiente e ganho tempo, consigo ver mais conteúdo físico. A primeira prova é mais cedo, sendo um ponto importante, pois na Sequência Tradicional a primeira prova demora muito para chegar, e acho que aí o aluno demora muito tempo para entender que ele tem que estudar. Na Sequência Tradicional a primeira prova acontecia quase dois meses após o início das aulas, isso fica muito distante para o aluno. Na Nova Sequência, a primeira prova acontece no prazo de um mês com o conteúdo de Equilíbrio e Forças, fazendo com que o aluno perceba que tem que estudar desde o início do curso, sendo este outro efeito positivo da Nova Sequência.

*Pergunta:* O senhor percebe alguma diferença entre o aluno de 2014 e o aluno de hoje?

*Resposta:* Não, percebo mais diferenças entre cursos, devido ao preparo dos alunos para passar em determinados cursos. Tem cursos em que os alunos sabem Física e gostam de Física, tem cursos que os alunos sabem Física e não gostam de Física e tem cursos que os alunos gostam de Física e não sabem, sendo estes últimos os melhores para mim, porque posso exercer minha função que é ensinar.

## **SEGUNDO DEPOIMENTO**

Entrevista realizada com o Professor Doutor. Marcelo Henrique Romano Tragtenberg que utilizou a Nova Sequência de conteúdos de Física nos cursos de nível superior.

O Professor Doutor. Marcelo Henrique Romano Tragtenberg leciona na Universidade Federal de Santa Catarina desde 1982 sendo graduado em Bacharelado e Licenciatura em Física, Mestrado e Doutorado pela USP de São Paulo.

*Pergunta:* Em que ano aplicou à nova sequência de conteúdos?

*Resposta:* Creio que foi em 2015.2

*Pergunta:* Em quais cursos e fase das turmas?

*Resposta:* Engenharia Eletrônica, 1ª fase, Física 1

*Pergunta:* O fato de inverter a sequência levou a um melhor ou pior entendimento das Leis de Newton e da Cinemática?

*Resposta:* Melhorou e muito. A Estática como primeiro conteúdo deixa mais concreto o ensino de Vetores e facilita o cálculo com forças, desde que se faça revisão de trigonometria. Dinâmica fica bem mais fácil, pois já há a prática do estudo de forças.

*Pergunta:* Qual a resposta das turmas durante a aplicação da nova sequência?

*Resposta:* Foi melhor do que começando com Cinemática.

*Pergunta:* Os indicadores de notas foram satisfatórios, melhores, iguais ou piores do que a Sequência Tradicional?

*Resposta:* Infelizmente é difícil de comparar, pois não lecionei na mesma turma e semestre desse curso com a Sequência Tradicional, e não tive tempo de buscar as notas de outras turmas de cursos onde a nota de ingresso é semelhante e onde foi aplicada a sequência tradicional para comparar.

*Pergunta:* Qual a sua avaliação geral da Nova Sequência se comparada com a Sequência Tradicional?

*Resposta:* Acho que ela coloca a Dinâmica e a Cinemática no seu devido lugar de importância na Física. O ensino de Dinâmica fica facilitado e o de Cinemática se beneficia de mais prática com álgebra e com estudo de funções em Cálculo. Convenci-me que Cinemática produz artificialmente fracasso na transição Ensino Médio-Superior, que também inclui mudança de métodos de estudo. Deixando Cinemática para depois, fica bem mais fácil do aluno melhorar seu aproveitamento nela.

*Pergunta:* O senhor recomenda e aplica à Nova Sequência nas suas turmas atuais?

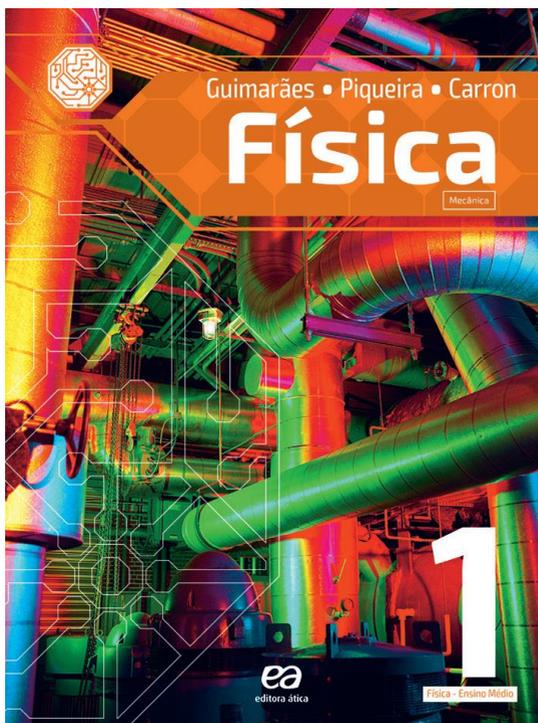
*Resposta:* Não ministro Física 1 desde aquela data. Mas recomendo a todos que ministrem Física 1 principalmente no 1º semestre que adiram a essa Nova Sequência.

*Pergunta:* Há alguma observação que o senhor gostaria de fazer em relação à Nova Sequência?

*Resposta:* Sim. Pretendo rediscutir no Departamento de Física da UFSC a sequência de Física 1, pois creio firmemente que ela produz fracasso, que não é nosso objetivo. A Nova Sequência admite flexibilidades no momento do ensino de Cinemática, seja dentro da Dinâmica, seja como última unidade de Física 1. E, por fim, quero agradecer ao meu aluno Michael por ter proposto consistentemente esta sequência, pois creio eu que, como professor aprendi com ele e que o Ensino de Física pode melhorar muito se seguir a sequência que ele propôs.

Apêndice G  
**VOLUME 1 DAS COLEÇÕES APROVADAS NO PNLD 2018**  
**REFERENTES AO COMPONENTE CURRICULAR FÍSICA**

**Coleção 1 – Volume 1**



**Sequência de conteúdos**

Unidade I – Apresentação da Física

Uma ciência da natureza; Grandezas e sistemas de unidades.

Unidade II - O estudo dos movimentos

Movimentos em uma dimensão; Movimentos em duas dimensões; As leis de Newton para os movimentos; Aplicações das leis de Newton.

Unidade III – Energia e as leis da conservação

Energia, trabalho e potência; Quantidade de movimento; O Sistema Solar e a Terra.

Unidade IV – O ser humano e as máquinas

Estática dos corpos rígidos; Fluidos.

## Coleção 2 – Volume 1



### Sequência de conteúdos

Unidade 1 - Introdução ao estudo da Física

O que é Física?; Grandezas escalares e vetoriais.

Unidade 2 - Estudo dos movimentos

Introdução ao estudo dos movimentos: movimentos retilíneos; Movimento retilíneo uniformemente variado; Movimento sob a ação da gravidade.

Unidade 3 - Força e movimento

As Leis de Newton; Peso e equilíbrio; Aplicações das leis de Newton; Plano inclinado e atrito; Movimento circular e as Leis de Newton.

Unidade 4 - Leis de conservação

Trabalho e potência; Energia; Conservação da energia; Impulso e quantidade de movimento.

Unidade 5 - Gravitação e fluidos

## Coleção 3 – Volume 1

1



# FÍSICA

CONTEXTO & APLICAÇÕES  
FÍSICA - ENSINO MÉDIO



editora scipione

### Sequência de conteúdos

Unidade 1 - Abrangência da Física

Medidas.

Unidade 2 - Cinemática

Movimento retilíneo; Vetores - movimento curvilíneo.

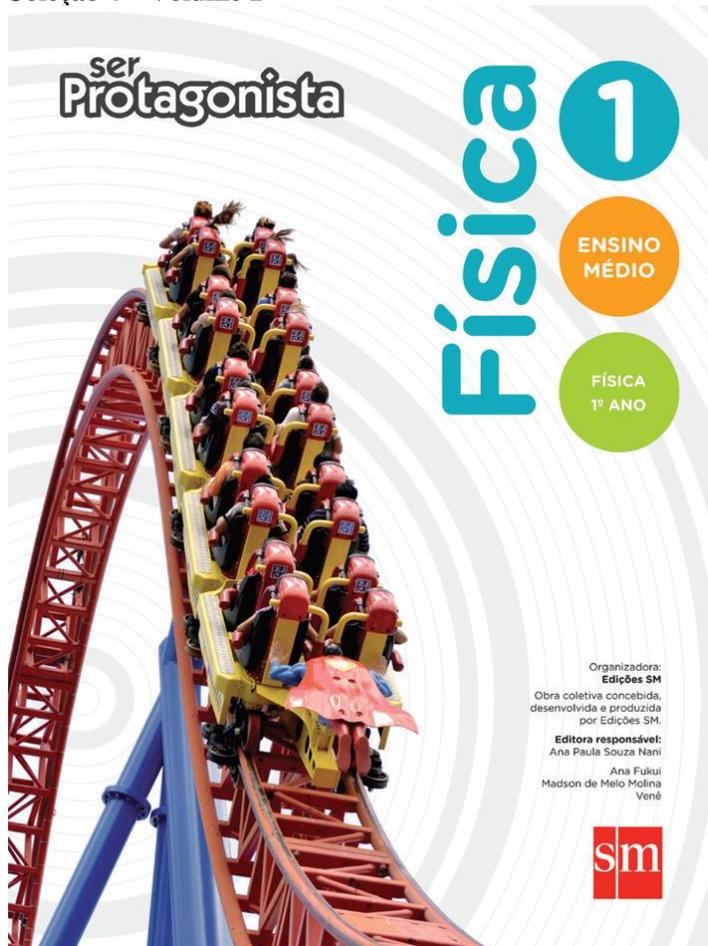
Unidade 3 - Leis de Newton

Primeira e terceira leis de Newton; Segunda lei de Newton; Gravitação universal.

Unidade 4 - Leis de conservação

Conservação; conservação da quantidade de movimento; hidrostática e hidrodinâmica.

## Coleção 4 – Volume 1



### Sequência de conteúdos

Unidade 1: Introdução à Física

Física, ciência da natureza; Medidas.

Unidade 2: Cinemática

Movimento uniforme; Mvto uniformemente variado; Movimento circular.

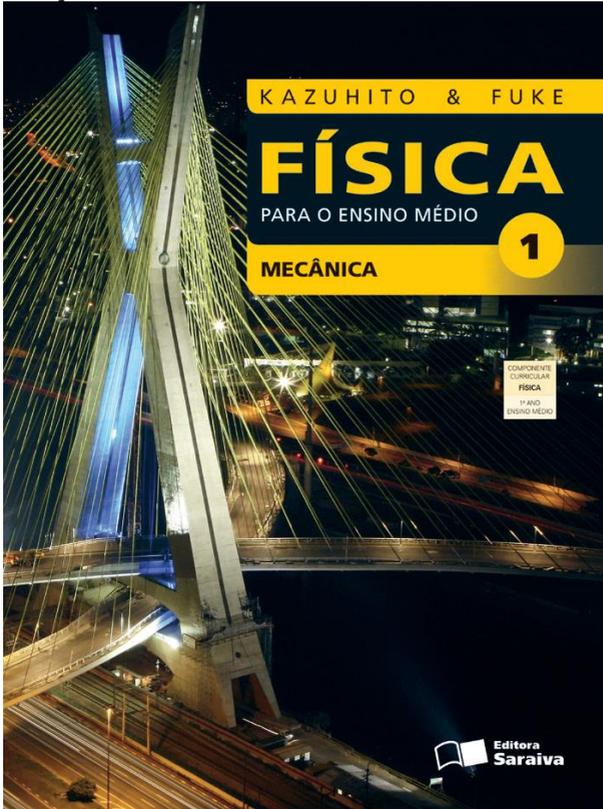
Unidade 3. Dinâmica

Forças e Leis de Newton; Impulso e colisões; Gravitação.

Unidade 4. Estática

Equilíbrio; Estudo dos fluidos.

## Coleção 5 – Volume 1



### Sequência de conteúdos

Unidade I - Cinemática Escalar: A Ciência chamada Física Mecânica, Conceitos básicos de cinemática e movimento uniforme; Movimento uniformemente variado; Lançamento vertical.

Unidade II - Cinemática Vetorial: Vetores

Grandezas vetoriais; Movimento circular; Composição de movimentos; Lançamento oblíquo e horizontal.

Unidade III - Dinâmica

Os princípios da dinâmica; Aplicações dos princípios da dinâmica; Atrito; Força centrípeta; Trabalho e potência; Energia mecânica; Quantidade de movimento e impulso; Gravitação.

Unidade IV - Estática

Estática dos corpos rígidos; Estática dos fluidos.

## Coleção 6 – Volume 1



### Sequência de conteúdos

Unidade I: Cinemática

Iniciação à cinemática escalar e movimento uniforme; Movimento uniformemente variado; Movimento circular uniforme; Vetores e cinemática vetorial.

Unidade II: Dinâmica

Princípios da dinâmica; Atrito entre sólidos; Resultantes tangencial e centrípeta; Gravitação; Movimentos em campo gravitacional uniforme (Balística); Trabalho e potência; Energia mecânica e sua conservação; Quantidade de movimento e sua conservação.

Unidade III: Estática  
Estática dos sólidos; Estática dos fluidos.

**Coleção 7 – Volume 1**



**Sequência de conteúdos**

Forças; Lei fundamental dos movimentos; Ação e reação, inércia e conservação da quantidade de movimento; Gravitação; Estática; Estática dos fluidos; Energia; Trabalho e potência; Cinemática vetorial; Cinemática escalar.

## Coleção 8 – Volume 1



### Sequência de conteúdos

Unidade 1 - Os caminhos da Física

Física: Ciência e tecnologia.

Unidade 2 - Cinemática escalar

Introdução ao estudo do movimento; Movimento uniforme; Movimento uniformemente variado; Queda livre e lançamento vertical.

Unidade 3 - Cinemática vetorial

Grandezas escalares e vetoriais; Lançamento de projéteis; Mvto circular.

Unidade 4 - Força e as leis de movimento da Dinâmica

As Leis de Newton e suas aplicações; Dinâmica nas trajetórias curvas; As leis da Gravitação.

Unidade 5 - Energia e as leis de conservação da Dinâmica

Energia e trabalho; Impulso e conservação da qtd de movimento.

Unidade 6 - Estática e Hidrostática

Estática de ponto material e de um corpo extenso; Hidrostática.  
**Coleção 9 – Volume 1**

Bonjorno • Clinton  
Eduardo Prado • Casemiro

# Física

## Mecânica

# 1



ENSINO MÉDIO  
COMPONENTE CURRICULAR  
FÍSICA

FTD

### Sequência de conteúdos

Unidade I – A Ciência Física

Introdução ao Estudo da Física.

Unidade II – Cinemática Escalar

Introdução ao estudo dos mvto; MU; MUV; Movimento Vertical.

Unidade III – Cinemática Vetorial

Elementos da Cinemática Vetorial; Composição de Movimentos e Lançamentos; Movimento Circular.

Unidade IV – Dinâmica

Força e Mvto; Trabalho e Potência; Energia Mecânica; Grav. Universal.

Unidade V – Estática

Equilíbrio de um Corpo.

Unidade VI – Mecânica dos Fluidos

Hidroestática e Hidrodinâmica.  
Coleção 10 – Volume 1



## Sequência de conteúdos

Unidade 1 - As bases do conhecimento científico

Do caos ao Cosmos; A Física e o método científico moderno.

Unidade 2 - Cinemática - movimento e sua descrição

A busca da ordem nos movimentos; Investigando a queda dos corpos; Movimentos retilíneos e não retilíneos.

Unidade 3 - Dinâmica - movimento e suas causas

Investigando a ação das forças; Equilíbrio de forças; Newton e suas leis.

Unidade 4 – Astronomia

História da Cosmologia; Gravitação universal.  
**Coleção 11 – Volume 1**

**Carlos Magno A. Torres  
Nicolau Gilberto Ferraro  
Paulo Antonio de Toledo Soares  
Paulo Cesar Martins Penteadó**

# **Física**

## **Ciência e Tecnologia**

**1**  
Ensino Médio

Componente curricular: FÍSICA

**Mecânica**



### **Sequência de conteúdos**

Unidade I - Fundamentos da ciência Física  
Natureza da Ciência; Modelos da ciência Física.  
Unidade II - Força e Energia  
Descrição dos movimentos; Força e movimento; Hidrostática; Qtde de movimento e impulso; Energia e trabalho; Gravitação universal;

Máquinas simples.  
**Coleção 12 – Volume 1**



### **Sequência de conteúdos**

Unidade 1 – Movimentos

Conceitos de cinemática e MU; MUV; Lançamento vertical no vácuo.

Unidade 2 – Cinemática vetorial

Grandezas vetoriais; Lançamentos no vácuo; MCU.

Unidade 3 – Leis de Newton

1ª e 3ª leis de Newton; Forças de atrito; 2ª lei de Newton; Aplicações das leis de Newton; Dinâmica do MCU; Leis de Kepler; Grav. universal.

Unidade 4 – Sólidos e fluidos em equilíbrio estático

Estática do ponto material e do corpo extenso; Hidrostática: pressão em fluidos; Hidrostática: princípio de Arquimedes.

Unidade 5 – Trabalho e energia mecânica

Trabalho, potência e energia cinética; Energia potencial; Transformações de energia mecânica.

Unidade 6 – Princípio de conservação da quantidade de movimento

Qtde de movimento e impulso; Conservação da qtde de movimento.

## **Apêndice**

**H**

### **PRODUTO EDUCACIONAL**

#### A Nova Sequência Dividida em Trimestres e O Material Utilizado

A proposta de inversão na ordem de apresentação de alguns conteúdos de Física é uma tentativa de minimizar as dificuldades iniciais de aprendizagem, com o objetivo de aumentar o desempenho dos estudantes na primeira série do nível médio.

Facilitar a compreensão dos conteúdos de Física, e permitir que os recursos matemáticos necessários para uma melhor assimilação e descrição dos fenômenos físicos sejam primeiro ministrados na disciplina de Matemática, para posteriormente serem aplicados na Física.

A nova sequência de conteúdos não quer suprimir conteúdos do currículo da Física, apenas pretende adequá-los numa lógica diferente. Ao invés de se iniciar o estudo da Física pelos corpos em movimento, inicia este estudo pelos corpos em repouso.

Nesta nova sequência de conteúdos o aluno da primeira série do ensino médio consolida as noções de força resultante, equilíbrio, ponto material e corpo extenso utilizando conceitos matemáticos mais simples do que os encontrados em outras sequências.

Atualmente nas unidades escolares de nível médio os conteúdos programáticos são divididos em trimestres para se compor a média anual dos estudantes.

Abaixo apresentamos uma sugestão para a divisão trimestral da nova sequência dos conteúdos de Física.

#### **PRIMEIRO TRIMESTRE**

##### I - Introdução

- Introdução à Física;
- Conceitos de grandezas físicas;
- Noções de Força e classificação dos tipos ou classes de forças;
- Força Peso, força Normal e força de Tração;
- Conceituação de Força Resultante;
- Conceituação de Equilíbrio e Condições de Equilíbrio.

## II – Estática

- Estática do Ponto Material (Paralelamente: Operações com Vetores, Regra do Paralelogramo, Decomposição Vetorial);
- Estática do Corpo extenso;
- Alavancas.

## III– Dinâmica I

- Princípios da Dinâmica (Leis de Newton);
- Aplicação das Leis de Newton;
- Movimento Retilíneo Uniformemente Variado;
- Força de Atrito.

## **SEGUNDO TRIMESTRE**

### IV– Dinâmica II

- Dinâmica de blocos;
- Atrito entre Sólidos;
- Trabalho e Potência;
- Energia Mecânica e sua Conservação;
- Quantidade de Movimento e sua Conservação;
- Colisões.

### V - Cinemática

- Movimento Retilíneo Uniforme;
- Movimentos Circulares;
- Dinâmica do Movimento Circular;
- Resultante Tangencial e Centrípeta;

## **TERCEIRO TRIMESTRE**

### VI – Mecânica Celeste

- Gravitação Universal;
- Movimentos em Campo Gravitacional Uniforme.

### VII – Estática dos Fluidos

- Hidrostática.

## **MATERIAL UTILIZADO:**

Módulo 1 – Forças

Módulo 2 – Estática

Módulo 3 – Leis de Newton

Módulo – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Módulo 5 – Trabalho e Energia

Módulo 6 – Movimento Retilíneo e Uniforme.

# NOVA SEQUENCIA DE CONTEÚDOS PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Física - 1ª Série - Módulo 1

Professor: Michael Romano Stolf

**Mecânica:** É o ramo da física que estuda o movimento dos corpos e as condições de sua realização.

A mecânica por sua vez divide-se em: Cinemática, estática e dinâmica.

**Sistema Internacional de Unidades:** Também conhecido por MKS (metro, quilograma e segundo), o SI é o conjunto de unidades que uniformiza os padrões de medidas.

**Estática:** É a parte da física que estuda as forças que atuam nos corpos em equilíbrio estático (repouso).

**Dinâmica:** É a parte da física que estuda os movimentos e as causas que o produzem, estabelecendo as relações entre causa e efeito.

**Cinemática:** É a parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos sem se preocupar com suas causas. Na cinemática não importa saber o que causa o movimento de um corpo.

## Conceitos Iniciais

**Referencial:** É um ponto de comparação para o movimento. Em relação a um referencial um corpo pode estar em movimento e, simultaneamente, em repouso em relação a outro referencial.

**Posição:** É o local ocupado pelo corpo, medido a partir do referencial adotado.

**Movimento:** Um corpo está em movimento quando sua posição se altera com o passar do tempo em relação ao referencial adotado.

**Repouso:** Um corpo está em repouso quando sua posição não se altera com o passar do tempo em relação ao referencial adotado.

**Grandeza Escalar:** É a grandeza (tudo o que pode ser medido) que fica perfeitamente definida por um número e uma unidade.

**Grandeza Vetorial:** É a grandeza que para ficar perfeitamente definida necessita, além do número e unidade, uma direção e um sentido.

**Distância Percorrida ( $\Delta x$ ):** É uma grandeza escalar que representa distância que o móvel percorreu. É a soma de todas as sucessivas posições ocupadas pelo móvel. Seu valor é sempre positivo.

**Deslocamento ( $\Delta x$ ):** É a menor distância (reta) entre o ponto de partida e o ponto de chegada de um movimento. É uma grandeza vetorial e seu valor pode ser positivo, negativo ou nulo.

$$\vec{\Delta x} = x - x_0$$

Onde  $x$  = posição final (ponto de chegada)  
 $x_0$  = posição inicial (ponto de partida)

**Lembre-se:** o deslocamento é sempre menor ou igual à distância percorrida. O deslocamento somente será igual à distância percorrida quando este se realizar em um único sentido e em linha reta.

**Tempo:** Grandeza escalar, sempre positiva, que representa a duração de um determinado fenômeno.

$$\Delta t = t - t_0$$

Onde  $\Delta t$  = intervalo de tempo  
 $t$  = tempo final  
 $t_0$  = tempo inicial

**Massa:** Grandeza escalar relacionada à quantidade de matéria que compõe o corpo. É uma das grandezas fundamentais da física, utilizada para determinar a inércia de um corpo.

**Força:** Grandeza vetorial. É todo agente capaz de alterar o estado de movimento de um corpo e/ou deformá-lo. Pode ser classificada como força de campo (quando atua à distância) ou força de contato.

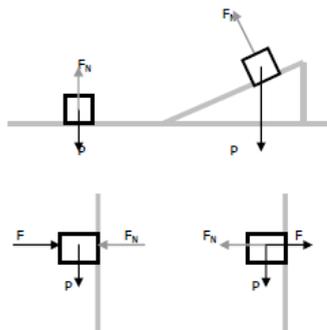
**Força Peso:** O peso de um corpo relaciona-se a força de atração gravitacional que o planeta, em que este corpo se encontra, exerce sobre ele. É uma grandeza vetorial, pois está sempre dirigida para o centro do planeta.

$$P = m \cdot g$$

Onde  $g$  é a aceleração da gravidade criada pelo campo gravitacional do planeta. O valor de  $g$  depende do tamanho do planeta e da altitude que o corpo se encontra em relação ao centro do planeta.

Na Terra o valor médio da aceleração da gravidade é de aproximadamente  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

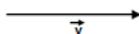
**Força Normal:** É a força que a superfície de contato exerce sobre o corpo nela apoiado. A força normal tem sua direção sempre perpendicular à superfície de contato e seu sentido é sempre para fora do plano.



## Vetores

Este matemático abstrato dotado de módulo, direção e sentido. Em outras palavras, vetor é um recurso matemático utilizado em física para representar grandezas vetoriais; grandezas que possuem módulo, direção e sentido.

Sendo um ente matemático os vetores podem ser somados, subtraídos, multiplicados e divididos, além de algumas operações especiais que veremos mais adiante. Os vetores são representados por setas, como na figura abaixo:



O tamanho do vetor representa o seu módulo ou intensidade, a inclinação representa a sua direção e o lado para o qual a seta aponta indica o seu sentido. O vetor  $\vec{v}$  acima tem um módulo de 3 cm, sua direção é horizontal e seu sentido é para a direita.

Outro exemplo é o vetor  $\vec{a}$  abaixo:



O vetor  $\vec{a}$  tem módulo de 1,5 cm, direção vertical e sentido para baixo.

**Vetor Oposto:** Um vetor é dito oposto a outro quando possui o mesmo módulo, a mesma direção e sentido contrário ao vetor considerado.

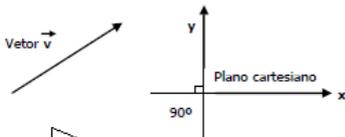


O vetor da direita ( $-\vec{v}$ ) é o vetor oposto ao vetor  $\vec{v}$  (esquerda).



O vetor da direita ( $-\vec{a}$ ) é o vetor oposto ao vetor  $\vec{a}$  (esquerda).

**Decomposição Vetorial:** Um vetor  $\vec{v}$  qualquer, que está numa direção diagonal pode ser representado por dois vetores perpendiculares entre si ( $90^\circ$ ). Para determinarmos estes dois vetores, usamos o plano cartesiano e as relações trigonométricas do triângulo retângulo.



Sen do ângulo  $\alpha = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Hipotenusa}}$   $\text{sen } \alpha = \frac{b}{a}$

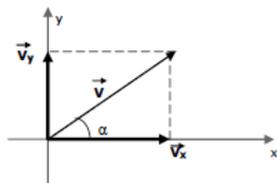
Cosseno do ângulo  $\alpha = \frac{\text{Cateto Adjacente}}{\text{Hipotenusa}}$   $\text{cos } \alpha = \frac{c}{a}$

Tangente do ângulo  $\alpha = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Cateto Adjacente}}$   $\text{tg } \alpha = \frac{b}{c}$

Teorema de Pitágoras

$$a^2 = b^2 + c^2$$

Fazendo a decomposição do vetor  $\vec{v}$ :



$$\text{sen } \alpha = V_y/V \quad \text{cos } \alpha = V_x/V \quad \text{tg } \alpha = V_y/V_x$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

Podemos concluir que:

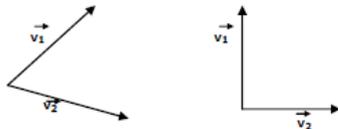
- Os vetores  $\vec{V}_x$  e  $\vec{V}_y$  são as componentes ortogonais (perpendiculares) do vetor  $\vec{V}$ , pois formam  $90^\circ$  entre si.

- Os vetores  $\vec{V}_x$  e  $\vec{V}_y$  são calculados a partir das relações trigonométricas do triângulo retângulo.

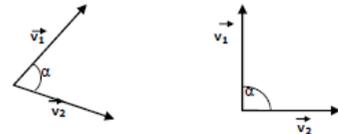
$$v_x = v \text{ cos } \alpha \quad v_y = v \text{ sen } \alpha$$

**Regra do Paralelogramo:** Observamos que na decomposição vetorial, de um único vetor fazemos surgir dois vetores que exercem a mesma função do primeiro. Na regra do paralelogramo, de dois vetores que tem origens comuns fazemos surgir um único vetor, chamado de **vetor resultante  $\vec{R}$** , que substitui os dois vetores iniciais.

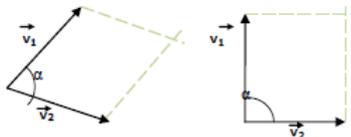
Dados dois vetores,  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$  quaisquer, de origens comuns a um mesmo ponto.



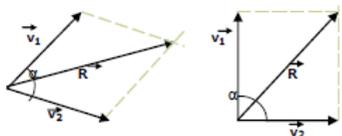
Tendo as origens em um mesmo ponto, entre os vetores  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$  define-se um ângulo  $\alpha$ .



Faz-se a projeção vetorial do vetor  $\vec{v}_1$  sobre o vetor  $\vec{v}_2$  e do vetor  $\vec{v}_2$  sobre o vetor  $\vec{v}_1$ .



Traça-se o vetor resultante que tem origem comum aos vetores  $\vec{v}_1$  e  $\vec{v}_2$  e sua extremidade no encontro das projeções.



Note que a regra do paralelogramo nos permite determinar a direção e o sentido do vetor resultante.

Para calcularmos o módulo (intensidade) do vetor resultante utilizamos o recurso matemático da lei dos cossenos que estabelece que:

$$R^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2 \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot \cos\alpha$$

### Exercícios

1. Considere as seguintes grandezas físicas mecânicas: TEMPO, MASSA, FORÇA, VELOCIDADE e TRABALHO. Dentre elas, têm caráter vetorial apenas

- a) força e velocidade. b) massa e força. c) tempo e massa. d) velocidade e trabalho. e) tempo e trabalho.

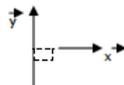
Gabarito: A

2. Um corpo de massa igual a 1,02kg é acrescido de outro, cuja massa é igual a 980g, resultando um corpo de peso, em N, igual a:

- a) 2b) 11c) 20d) 110e) 200

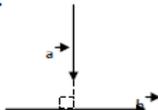
Gabarito: C

3. São dados os vetores  $\vec{x}$  e  $\vec{y}$  de módulos 3 e 4 unidades respectivamente. Determine graficamente o vetor soma (resultante) e determine o seu módulo.



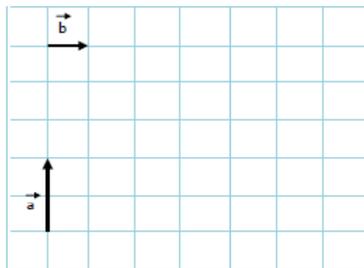
Gabarito: 5

4. Dados os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , cujos módulos valem, respectivamente, 6 e 8 unidades, determine graficamente o vetor diferença (resultante)  $\vec{v} = \vec{a} - \vec{b}$  e determine o seu módulo.

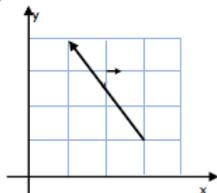


Gabarito: 10

5. Dados os vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , represente graficamente o vetor  $-\vec{2a} + 3\vec{b}$  e  $3\vec{a} - 2\vec{b}$  calculando seus módulos. Considere que cada quadradinho representa uma unidade.

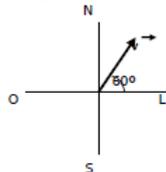


6. Determine as componentes do vetor  $\vec{v}$ , segundo os eixos x e y. O lado de cada quadradinho mede uma unidade.



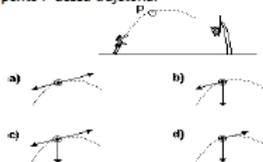
Gabarito:  $v_x = 2u$ ,  $v_y = 3u$

7. Uma lancha se desloca numa direção que faz um ângulo de  $60^\circ$  com a direção leste-oeste, com velocidade de 50 m/s. Determine o valor das componentes ortogonais da velocidade da lancha nas direções norte-sul, leste-oeste.



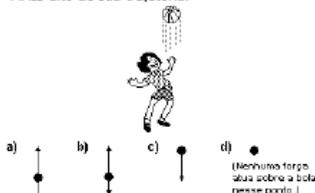
Gabarito:  $v_x = 25\text{m/s}$ ,  $v_y = 43\text{m/s}$

8. Uma jogadora de basquete arremessa uma bola tentando atingir a cesta. Parte da trajetória seguida pela bola está representada na figura. Considerando a resistência do ar, assinale a alternativa cujo diagrama MELHOR representa as forças que atuam sobre a bola no ponto P dessa trajetória.



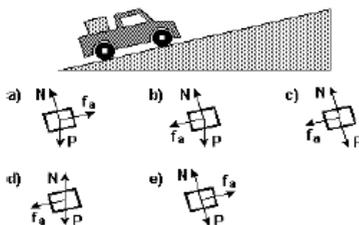
Gabarito: B

9. Durante uma brincadeira, Bárbara arremessa uma bola de vôlei verticalmente para cima, como mostrado na figura. Assinale a alternativa cujo diagrama MELHOR representa a(s) força(s) que atua(m) na bola no ponto MAIS ALTO de sua trajetória.



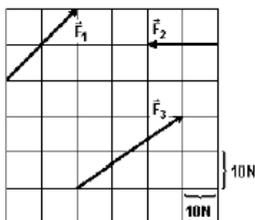
Gabarito: C

10. Uma caminhonete sobe uma rampa inclinada com velocidade constante, levando um caixote em sua carroceria, como ilustrado na figura a seguir. Sabendo-se que  $P$  é o peso do caixote,  $N$  a força normal do piso da caminhonete sobre o caixote e  $f(a)$  a força de atrito entre a superfície inferior do caixote e o piso da caminhonete, o diagrama de corpo livre que melhor representa as forças que atuam sobre o caixote é:



Gabarito: A

11. Considere a figura a seguir. Dadas as forças  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , determine o módulo de sua resultante, em N.



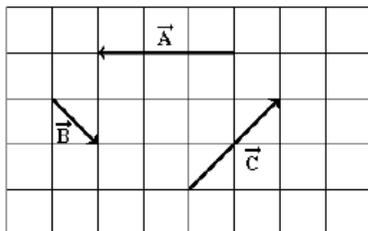
a) 30b) 40c) 50d) 70e) 80

Gabarito: C

12. Um homem caminha, sobre uma superfície plana, a partir de um ponto A, 4,0m para o norte e 3,0m para o leste. Qual a distância entre a posição final do homem e o ponto A?

Gabarito: 5,0 m

13. Dados os vetores A, B e C, representados na figura em que cada quadrícula apresenta lado correspondente a uma unidade de medida.

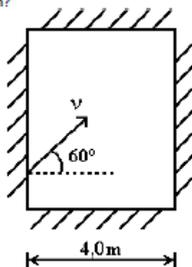


É correto afirmar que a resultante dos vetores tem módulo:

a) 1b) 2c) 4e) 6

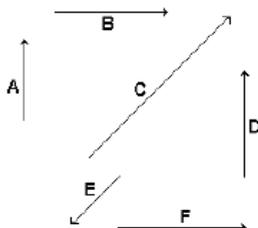
Gabarito: A

14. Uma pessoa atravessa uma piscina de 4,0m de largura, nadando com uma velocidade constante em uma direção que faz um ângulo de  $60^\circ$  com a normal. Qual a distância percorrida pelo nadador para alcançar a outra margem?



Gabarito: 8 m

15. Observe a figura a seguir e determine quais os vetores que:



a) tem a mesma direção.  
b) tem o mesmo sentido.  
c) tem o mesmo comprimento.  
d) são iguais.



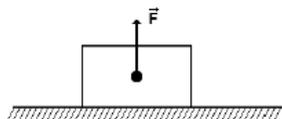
23. Um projétil de massa  $m = 100g$  é lançado do solo com velocidade de  $100 \text{ m/s}$ , em um instante  $t = 0$ , em uma direção que forma  $53^\circ$  com a horizontal. Admita que a resistência do ar seja desprezível e adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Utilizando um referencial cartesiano com a origem localizada no ponto de lançamento, qual a velocidade horizontal e a velocidade vertical desse projétil no instante do lançamento?

Dados:  $\sin 53^\circ = 0,80$ ;  $\cos 53^\circ = 0,60$ .

Gabarito:  $v_x = 80 \text{ m/s}$  e  $v_y = 60 \text{ m/s}$

24. Uma força  $F$  de módulo igual a  $20N$  é aplicada, verticalmente, sobre um corpo de  $10kg$ , em repouso sobre uma superfície horizontal, como indica a figura.



O módulo (em N) da força normal sobre o corpo, considerando o módulo da aceleração gravitacional como  $10m/s^2$ , é:

a) 120.b) 100.c) 90.d) 80.e) 0.

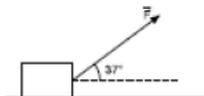
Gabarito: D

25. Um bloco de  $1,2 \text{ kg}$  é empurrado sobre uma superfície horizontal, através da aplicação de uma força  $F$ , de módulo  $10 \text{ N}$  conforme indicado na figura. Calcule o módulo da força normal exercida pela superfície sobre o bloco, em newtons. Gabarito: 17 N



26. Duas forças horizontais, perpendiculares entre si e de intensidades  $6 \text{ N}$  e  $8 \text{ N}$ , agem sobre um corpo de  $2 \text{ kg}$  que se encontra sobre uma superfície plana e horizontal. Determine o valor da força resultante que atua no corpo. Gabarito: 10N

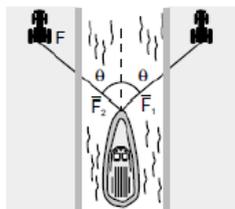
27. Uma caixa de massa  $50 \text{ kg}$  é arrastada sobre uma superfície horizontal por uma força  $F$ , de intensidade  $100 \text{ N}$ , formando ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal. Dados:  $\sin 37^\circ = 0,60$   $\cos 37^\circ = 0,80$



Determine a força horizontal aplicada na caixa e o valor da força normal.

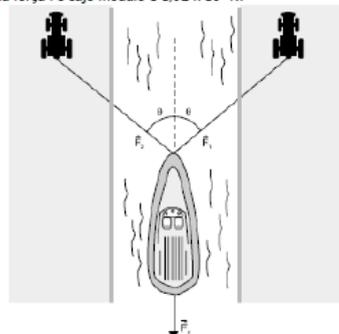
Gabarito: 80N e 440N

28. Um navio de massa igual a  $1000$  toneladas deve ser rebocado ao longo de um canal estreito por dois tratores que se movem sobre trilhos retos, conforme é mostrado na figura abaixo. Os tratores exercem forças  $F_1$  e  $F_2$  constantes, que têm mesmo módulo, igual a  $10\,000 \text{ N}$ , e formam um ângulo de  $30$  graus com a direção do movimento do navio, representada pela reta AB da figura. Supondo que o navio esteja inicialmente em repouso em relação às margens do canal, calcule a força resultante aplicada ao navio.



Gabarito: 45276,9N

29. Conforme a figura abaixo, um barco, puxado por dois tratores, navega contra a corrente de um trecho retilíneo de um rio. Os tratores exercem, sobre o barco, forças de mesmo módulo ( $F_1 = F_2$ ), enquanto a corrente atua com uma força  $F_c$  cujo módulo é  $1,92 \times 10^4 \text{ N}$ .



Sabendo-se que o barco e os tratores movem-se com velocidades constantes, que  $\sin \theta = 0,80$  e  $\cos \theta = 0,60$ , então o valor de  $F_1$  é:

a)  $1,20 \times 10^4 \text{ N}$  d)  $2,40 \times 10^4 \text{ N}$   
b)  $1,60 \times 10^4 \text{ Ne}$  c)  $3,84 \times 10^4 \text{ N}$   
c)  $1,92 \times 10^4 \text{ N}$

Gabarito: B

## NOVA SEQUENCIA DE CONTEÚDOS PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Física – 1ª Série – Módulo 2

Professor: Michael Romano Stolf

**Estática:** É a parte da física que estuda as forças que atuam nos corpos em equilíbrio estático (repouso).

A estática se divide no estudo do equilíbrio do ponto material e no estudo do equilíbrio do corpo extenso.

**Ponto Material:** É todo o corpo que possui dimensões desprezíveis em relação ao fenômeno estudado. A única dimensão que se considera é sua massa.

Um ponto material está em equilíbrio quando a força resultante que atua sobre ele for nula.

**Lembre-se:** Força resultante é a soma de todas as forças que atuam sobre o corpo, sendo consideradas positivas e negativas conforme o sistema de referência adotado.

O sistema de referência normalmente adotado é o plano cartesiano.

Quando um corpo está em equilíbrio ele pode estar em repouso (equilíbrio estático) ou em movimento com velocidade constante (equilíbrio dinâmico).

Condição de equilíbrio de um ponto material:

$$\mathbf{F_R} = \mathbf{0}$$

Nesta condição o ponto material pode somente apresentar movimento de translação, pois como suas dimensões são desprezíveis ele não apresenta movimento de rotação.

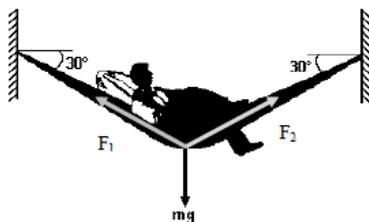
Cálculo do Equilíbrio do Ponto Material:

Uma das formas de se calcular a condição de equilíbrio de um ponto material é a de se posicionar as forças aplicadas no ponto sobre um plano cartesiano, e se necessário fazer a decomposição cartesiana sobre os eixos x e y.

Logo

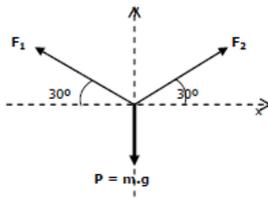
$$\text{Se } \mathbf{F_R} = \mathbf{0} \Rightarrow \begin{cases} \text{No eixo } x: F_{Rx} = 0 \\ \text{No eixo } y: F_{Ry} = 0 \end{cases}$$

Observe o exemplo:

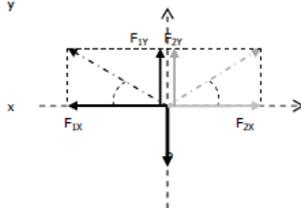


As três forças  $P$ ,  $F_1$  e  $F_2$  formam o diagrama de corpo livre aplicado sobre o homem deitado na rede.

No plano cartesiano



Decompondo as forças  $F_1$  e  $F_2$  nas direções x e y do plano cartesiano



Onde

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos\alpha \quad F_{1y} = F_1 \cdot \sin\alpha$$

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos\alpha \quad F_{2y} = F_2 \cdot \sin\alpha$$

$$F_{Rx} = 0 \quad \text{e} \quad F_{Ry} = 0$$

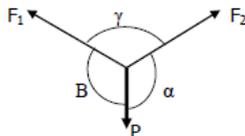
$$F_{2x} - F_{1x} = 0 \quad F_{1y} + F_{2y} - P = 0$$

**Lembre-se:** O método da decomposição cartesiana pode ser aplicado para qualquer número de Forças (vetores) que atuam sobre o ponto material

Outra forma de se calcular o equilíbrio de um ponto material é utilizando o teorema de Lamy.

O Teorema de Lamy é um recurso matemático que se utiliza da Lei dos senos para o cálculo das forças aplicadas em um ponto material.

Teorema de Lamy:



Pela Lei dos Senos:

$$\frac{F_1}{\text{Sen}\alpha} = \frac{F_2}{\text{sen}\beta} = \frac{P}{\text{sen}\gamma}$$

O Teorema de Lamy somente pode ser usado para um conjunto de três forças concorrentes atuantes em um ponto material.

### Cálculo do Equilíbrio do Corpo Estenso:

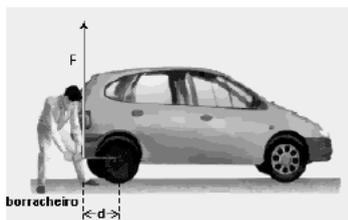
Para o estudo do equilíbrio do corpo extenso o fato de a força resultante ser nula não é condição suficiente para o equilíbrio deste. Para se determinar o equilíbrio de um corpo extenso é necessário o estudo de uma grandeza física denominada Momento de uma Força ou Torque.

**Corpo Estenso:** É o corpo que possui dimensões que devem ser consideradas, ao se estudar determinado fenômeno, e também sua massa.

### Momento de Força:

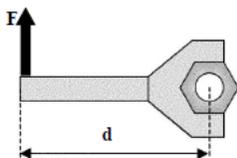
Quando uma força aplicada em um corpo tende a fazer este corpo girar em relação a um ponto, dizemos que esta força produz momento ou torque.

Logo o Momento da Força é a grandeza que indica a capacidade da força de fazer girar (rotacionar) o corpo no qual ela atua.



Ao posicionar a chave de roda o borracheiro pretende afrouxar o parafuso da roda.

Observando mais detalhes



Observe que como mostra a figura, a distância  $d$  é sempre medida perpendicularmente em relação à força  $F$  que produz momento.

Logo

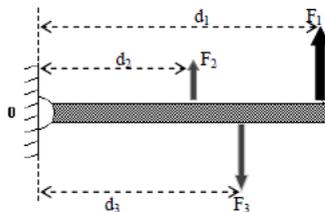
$$M = \pm F \cdot d$$

Os sinais de  $\pm$  indicam o sentido de giro da chave. Sendo considerado o momento positivo quando a chave girar no sentido horário e negativo quando a chave girar no sentido anti-horário.

Quando várias forças atuam no corpo elas podem gerar no corpo vários momentos diferentes. Para se saber o efeito destes vários momentos sobre o corpo se faz necessário o cálculo do Momento Resultante.

**Momento Resultante** é a soma de todos os momentos que atuam sobre o corpo extenso, sendo positivos os que

atuam no sentido horário e negativos os que atuam no sentido anti-horário.



Em relação ao ponto 0 temos:

$$M_R = (- M_{F1}) + (- M_{F2}) + M_{F3}$$

Fazendo as devidas substituições:

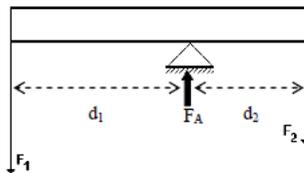
$$M_R = (- F_1 \cdot d_1) + (- F_2 \cdot d_2) + F_3 \cdot d_3$$

### Condições de Equilíbrio dos Corpos Extensos:

- A força resultante do sistema de forças aplicadas no corpo deve ser nula ( $F_R = 0$ ). O que evita o movimento de translação do corpo.

- O momento resultante das forças aplicadas sobre o corpo deve ser nulo ( $M_R = 0$ ). O que evita o movimento de rotação do corpo.

Observe o exemplo abaixo:



Se  $F_A$  a força que o apoio faz sobre a barra horizontal de peso desprezível, vamos aplicar as condições de equilíbrio de corpo extenso.

$$\begin{aligned} F_R &= 0 \\ F_A - F_1 - F_2 &= 0 \\ F_A &= F_1 + F_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_R &= 0 \\ (- M_{F1}) + M_{FA} + M_{F2} &= 0 \\ (- F_1 \cdot d_1) + F_A \cdot d_A + F_2 \cdot d_2 &= 0 \end{aligned}$$

Como  $d_A = 0$  o que implica que  $F_A \cdot d_A = 0$ , temos

$$(- F_1 \cdot d_1) + F_2 \cdot d_2 = 0$$

Logo:

$$F_2 \cdot d_2 = F_1 \cdot d_1$$

para este caso.

### Exercícios

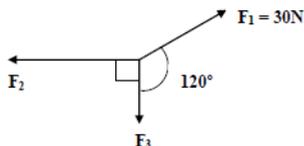
1. Determinar a intensidade da resultante de duas forças de intensidades 6N e 8N, cujas direções determinam entre si um ângulo de  $90^\circ$ .

**GABARITO: 10N**

2. Duas forças cujas intensidades estão entre si na relação  $4/3$  atuam num mesmo ponto seguindo direções normais entre si. A resultante deste sistema de forças tem intensidade de 10N. Determine a intensidade de cada uma destas forças.

**GABARITO: 6N e 8N**

3. Uma partícula está em equilíbrio sob a ação de três forças como mostra a figura. Calcule a intensidade de  $F_2$  e  $F_3$ .

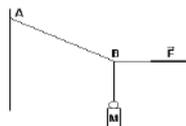


**GABARITO: 26N e 15N**

3. Duas forças agem sobre um mesmo ponto material, no mesmo plano, em direções perpendiculares entre si. Uma das forças possui intensidade igual a 50 N e a outra a 120 N. Qual deve ser o valor de uma terceira força, no mesmo plano que as duas anteriores, para que a força resultante sobre a partícula seja nula?

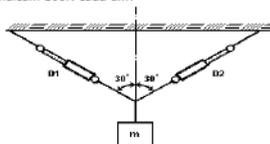
**GABARITO: 120N**

4. O corpo M representado na figura pesa 80N e é mantido em equilíbrio por meio da corda AB e pela ação da força horizontal F de módulo 60N. Considerando  $g = 10\text{m/s}^2$ , determine a intensidade da tração na corda AB, suposta ideal, em N.



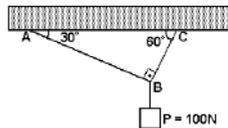
a) 60b) 80c) 100d) 140e) 200

5. Sabendo-se que o sistema a seguir está em equilíbrio, qual é o valor da massa M quando os dinamômetros indicam 100N cada um?



a) 17,32 kgb) 20 kgc) 10 kgd) 100 Ne) 200 N

6. Na figura anterior, o corpo suspenso tem o peso 100N. Os fios são ideais e têm pesos desprezíveis, o sistema está em equilíbrio estático (repouso). Qual a tração na corda AB, em N?



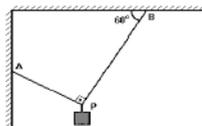
a) 20b) 40c) 50d) 80e) 100

7. Na figura a seguir, uma esfera rígida se encontra em equilíbrio, apoiada em uma parede vertical e presa por um fio ideal e inextensível. Sendo P o peso da esfera e 2P a força máxima que o fio suporta antes de arrebentar, o ângulo formado entre a parede e o fio é de:

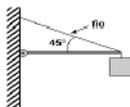


a)  $30^\circ$ b)  $45^\circ$ c)  $60^\circ$ d)  $70^\circ$ e)  $80^\circ$

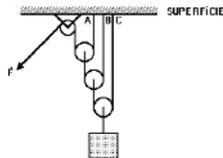
8. A figura mostra um peso de 44 N suspenso no ponto P de uma corda. Os trechos AP e BP da corda formam um ângulo de  $90^\circ$ , e o ângulo entre BP e o teto é igual a  $60^\circ$ . Qual é o valor, em newtons, da tração no trecho AP da corda?



9. Uma barra horizontal de massa desprezível possui uma de suas extremidades articulada em uma parede vertical. A outra extremidade está presa à parede por um fio que faz um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal e possui um corpo de 55 N pendurado. Qual o módulo da força normal à parede, em newtons, que a articulação exerce sobre a barra?



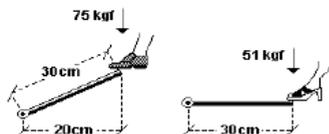
10. Um corpo de peso P encontra-se em equilíbrio, devido à ação da força F, como indica a figura a seguir:



Os pontos A, B e C são os pontos de contato entre os fios e a superfície. A força que a superfície exerce sobre os fios nos pontos A, B e C são, respectivamente:

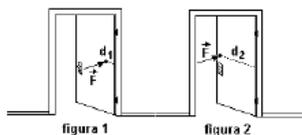
a)  $P/8$ ,  $P/4$ ,  $P/2$ b)  $P/8$ ,  $P/2$ ,  $P/4$ c)  $P/2$ ,  $P/4$ ,  $P/8$   
d)  $P$ ,  $P/2$ ,  $P/4$ e) iguais a P

11. Um jovem e sua namorada passeiam de carro por uma estrada e são surpreendidos por um furo num dos pneus. O jovem, que pesa 75kgf, pisa a extremidade de uma chave de roda, inclinada em relação à horizontal, como mostra a figura 1, mas só consegue soltar o parafuso quando exerce sobre a chave uma força igual ao seu peso. A namorada do jovem, que pesa 51kgf, encaixa a mesma chave, mas na horizontal, em outro parafuso, e pisa a extremidade da chave, exercendo sobre ela uma força igual a seu peso, como mostra a figura 2.



Supondo que este segundo parafuso esteja tão apertado quanto o primeiro, e levando em conta as distâncias indicadas nas figuras, verifique se a moça consegue soltar esse segundo parafuso. Justifique sua resposta.

12. Podemos abrir uma porta aplicando uma força  $F$  em um ponto localizado próximo à dobradiça (figura 1) ou exercendo a mesma força  $F$  em um ponto localizado longe da dobradiça (figura 2).



Sobre o descrito, é correto afirmar que:

- a) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 1, porque o momento da força  $\hat{u}$  aplicada é menor.
- b) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 1, porque o momento da força  $\hat{u}$  aplicada é maior.
- c) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 2, porque o momento da força  $\hat{u}$  aplicada é menor.
- d) a porta abre-se mais facilmente na situação da figura 2, porque o momento da força  $\hat{u}$  aplicada é maior.
- e) não há diferença entre aplicarmos a força mais perto ou mais longe da dobradiça, pois o momento de  $\hat{u}$  independe da distância  $d$  entre o eixo de rotação e o ponto de aplicação da força.

13. Para que um corpo esteja em equilíbrio mecânico, é necessário e suficiente que

- apenas a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja nula.
- apenas a soma dos momentos aplicados no corpo seja nula.
- a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja diferente de zero e a soma dos momentos aplicados no corpo seja nula.
- a soma dos momentos aplicados no corpo seja diferente de zero e a soma de todas as forças aplicadas no corpo seja nula.
- a soma de todas as forças aplicadas no corpo e a soma dos momentos aplicados no corpo sejam nulas.

14. Na figura a seguir suponha que o menino esteja empurrando a porta com uma força  $F = 5N$ , atuando a uma distância  $d = 2\text{ m}$  das dobradiças (eixo de rotação) e que o homem exerça uma força  $F_2 = 80N$  a uma distância de 10cm do eixo de rotação.



Nestas condições, pode-se afirmar que:

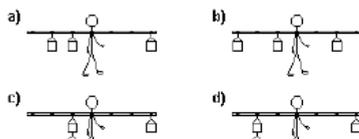
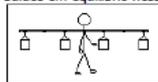
- a) a porta estaria girando no sentido de ser fechada.
- b) a porta estaria girando no sentido de ser aberta.
- c) a porta não gira em nenhum sentido.
- d) o valor do momento aplicado à porta pelo homem é maior que o valor do momento aplicado pelo menino.
- e) a porta estaria girando no sentido de ser fechada pois a massa do homem é maior que a massa do menino.

15. Para carregar quatro baldes idênticos, Nivaldo pendura-os em uma barra, como mostrado na figura adjacente.

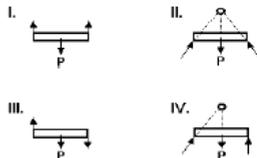
Essa barra é homogênea e possui suportes para os baldes, igualmente espaçados entre si, representados na figura pelos pontos escuros. Para manter uma barra em equilíbrio, na horizontal, Nivaldo a apoia, pelo ponto médio, no ombro.

Nivaldo, então, removeu um dos baldes e rearranja os demais de forma a manter a barra em equilíbrio, na horizontal, ainda apoiada pelo seu ponto médio.

Assinale a alternativa que apresenta um arranjo POSSÍVEL para manter os baldes em equilíbrio nessa nova situação.



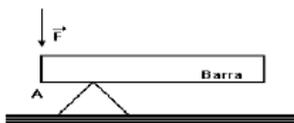
16. Deseja-se equilibrar a barra de peso  $P$  aplicando-lhe duas forças coplanares com a força peso. A direção e o sentido das forças estão representados, seus módulos podem assumir o valor desejado.



Dentre as alternativas propostas, qual a forma possível para o equilíbrio da barra?

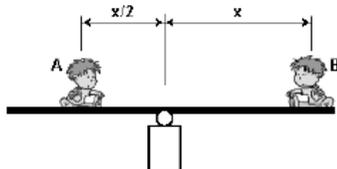
- somente III e IV) todasc) somente I
- somente I e II) somente II

16. A figura mostra uma barra homogênea com peso de módulo 200N e comprimento de 1m, apoiada a 0,2m da extremidade A, onde se aplica uma força F que a equilibra. Determine o módulo da força F vale, em N.



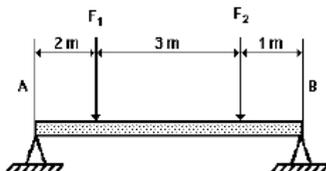
- a) 50. b) 100. c) 200. d) 300. e) 400.

17. Duas crianças estão em um parque de diversões em um brinquedo conhecido como gangorra, isto é, uma prancha de madeira apoiada em seu centro de massa, conforme ilustrado na figura. Quando a criança B se posiciona a uma distância x do ponto de apoio e a outra criança A à distância x/2 do lado oposto, a prancha permanece em equilíbrio.



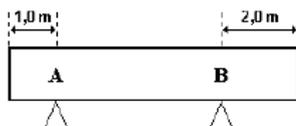
Nessas circunstâncias, assinale a alternativa correta.  
 a) O peso da criança B é igual ao peso da criança A.  
 b) O peso da criança B é o dobro do peso da criança A.  
 c) A soma dos momentos das forças é diferente de zero.  
 d) O peso da criança B é a metade do peso da criança A.  
 e) A força que o apoio exerce sobre a prancha é em módulo menor que a soma dos pesos das crianças.

18. A barra a seguir é homogênea da seção constante e está apoiada nos pontos A e B. Sabendo-se que a reação no apoio A é  $R_A = 200\text{kN}$ , e que  $F = 100\text{kN}$  e  $F_2 = 500\text{kN}$ , qual é o peso da barra?



- a) 300 kN b) 200 kN c) 100 kN d) 50 kN e) 10 kN

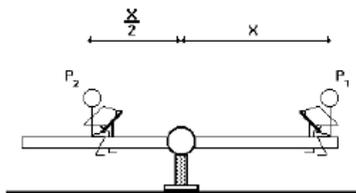
19. Uma barra de ferro, uniforme e homogênea, de peso 150N, está apoiada nos cavaletes A e B distanciados de 3,0m, conforme a figura a seguir.



As intensidades das forças de reação nos apoios A e B são, em newtons, respectivamente,  
 a) 75 e 75 b) 50 e 100 c) 100 e 50 d) 150 e 150  
 e) 90 e 60

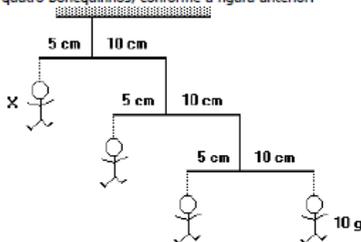
20. A figura mostra um brinquedo, comum em parques de diversão, que consiste de uma barra que pode balançar em torno de seu centro. Uma criança de peso  $P_1$  senta-se na extremidade da barra a uma distância X do centro de apoio. Uma segunda criança de peso  $P_2$  senta-se do lado oposto a uma distância X/2 do centro.

Para que a barra fique em equilíbrio na horizontal, a relação entre os pesos das crianças deve ser:



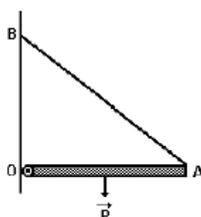
- a)  $P_2 = P/2$  b)  $P_2 = P$  c)  $P_2 = 2P$  d)  $P_2 = 4P$

21. Um "designer" projeta um móvel usando três hastes rígidas de pesos desprezíveis, interligadas por fios ideais, e quatro bonequinhos, conforme a figura anterior.



Cada haste tem 15cm de comprimento. Para que o conjunto permaneça em equilíbrio, com as hastes na horizontal, a massa do bonequinho X deverá ser:  
 a) 360g b) 240g c) 180g d) 30g e) 20g

22. A figura representa uma barra homogênea OA, rígida e horizontal, de peso P. A barra é mantida em equilíbrio, sustentada numa extremidade, por um cabo AB, preso a uma parede no ponto B.



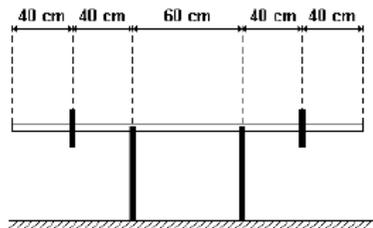
No ponto O, a força exercida pela articulação sobre a barra tem uma componente vertical que é  
 a) diferente de zero e dirigida para cima.  
 b) diferente de zero e dirigida para baixo.  
 c) diferente de zero e de sentido indefinido.  
 d) igual a zero.  
 e) igual, em módulo, ao peso P da barra.

23. Uma barra cilíndrica homogênea de 200N de peso e 10m de comprimento encontra-se em equilíbrio, apoiada nos suportes A e B, como mostra a figura a seguir.



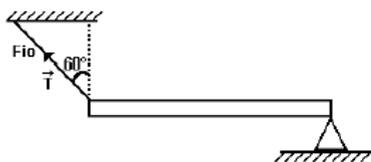
Calcule as intensidades,  $R_A$  e  $R_B$ , das reações dos apoios, A e B, sobre a barra.

24. Numa academia de ginástica, dois estudantes observam uma barra apoiada em dois pontos e que sustenta duas massas de 10kg, uma de cada lado, conforme a figura a seguir.



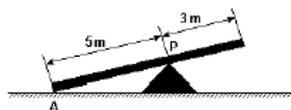
Após consultarem o professor, obtiveram a informação de que a massa da barra era 12kg. Dessa forma, concluíram que seria possível acrescentar em um dos lados da barra, junto à massa já existente e sem que a barra saísse do equilíbrio, uma outra massa de, no máximo,  
 a) 10 kg b) 12 kg c) 20 kg d) 24 kg e) 30 kg

25. Uma barra homogênea e horizontal de 2m de comprimento e 10kg de massa tem uma extremidade apoiada e a outra suspensa por um fio ideal, conforme a figura.



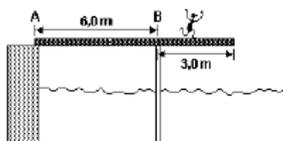
Considerando a aceleração gravitacional como  $10m/s^2$ , o módulo da tensão no fio (T, em N) é:  
 a) 20.b) 25.c) 50.d) 100.e) 200.

26. Uma prancha rígida, de 8m de comprimento, está apoiada no chão (em A) e em um suporte P, como na figura. Uma pessoa, que pesa metade do peso da prancha, começa a caminhar lentamente sobre ela, a partir de A.



Pode-se afirmar que a prancha desencostará do chão (em A), quando os pés dessa pessoa estiverem à direita de P, e a uma distância desse ponto aproximadamente igual a  
 a) 1,0 mb) 1,5 mc) 2,0 md) 2,5 me) 3,0 m

27. Na figura desta questão, um jovem de peso igual a 600N corre por uma prancha homogênea, apoiada em A e articulada no apoio B. A prancha tem o peso de 900N e mede 9,0m. Ela não está presa em A e pode girar em torno de B.



A máxima distância que o jovem pode percorrer, medida a partir de B, sem que a prancha gire, é:  
 a) 1,75 mb) 2,00 mc) 2,25 md) 2,50 m

## NOVA SEQUENCIA DE CONTEÚDOS PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Física – 1ª Série – Módulo 3

Professor: Michael Romano Stolf

**Dinâmica:** É a parte da mecânica que estuda os movimentos dos corpos e suas causas. Na dinâmica, o que causa a alteração do movimento de um corpo é uma força aplicada sobre ele, e este movimento é explicado utilizando-se as Leis de Newton.

1ª Lei de Newton – Princípio da Inércia

"Todo corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme até que uma força externa atue sobre ele".

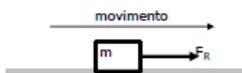
**Lembre-se:** Inércia é a tendência do corpo de manter seu estado de movimento, e é uma propriedade da matéria que está diretamente relacionada à massa do corpo.

2ª Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica

"Quando uma força resultante não nula é aplicada em um corpo, este corpo adquire uma aceleração que é diretamente proporcional à força aplicada e inversamente proporcional à massa do corpo".

O Princípio Fundamental pode ser expresso pela equação:

$$F_R = m \cdot a$$



Se a força resultante tem a mesma direção e o mesmo sentido do movimento a aceleração será positiva e a velocidade do móvel aumenta, porém se a força resultante estiver na mesma direção, mas em sentido contrário ao do movimento do móvel a aceleração será negativa e sua velocidade diminuirá.

No Sistema Internacional de Unidades (MKS) a força é medida em Newton, representado pela letra N.

**Importante:** Força resultante é a soma de todas as forças que estão envolvidas no movimento, consideradas positivas as que estão na direção deste e negativas as que estão em sentido contrário.

Logo:

$$F_R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_N$$

Na dinâmica usam-se as equações do MRUV para se calcular a velocidade e a distância percorrida pelo móvel.

3ª Lei de Newton – Princípio da Ação e reação

"Para toda força de ação existe uma força de reação, de mesma intensidade, mesma direção, porém de sentidos contrários".

**Lembre-se:** O par de forças de ação e reação jamais atua no mesmo corpo.

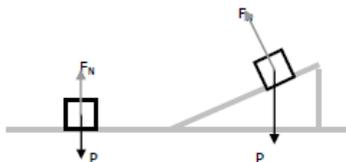
**Força Peso:** O peso de um corpo é a força de atração gravitacional que planeta em que este corpo se encontra exerce sobre ele, e está sempre dirigida para o centro do planeta.

$$P = m \cdot g$$

Onde  $g$  é a aceleração da gravidade criada pelo campo gravitacional do planeta. O valor de  $g$  depende do tamanho do planeta e da altitude que o corpo se encontra em relação ao centro do planeta.

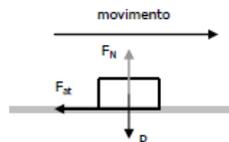
Na Terra o valor médio da aceleração da gravidade é de aproximadamente  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

**Força Normal:** É a força que a superfície de contato exerce sobre o corpo nela apoiado. A força normal tem uma direção sempre perpendicular à superfície de apoio.



**Lembre-se:** Força peso e força normal não formam um par de forças de ação e reação porque atuam no mesmo corpo.

**Força de Atrito:** É uma força contrária ao movimento dos corpos, tangente às superfícies de contato e provocada pela aspereza (rugosidades) das superfícies em contato.



Podem ser calculadas pela fórmula

$$F_{at} = \mu \cdot F_N$$

Onde  $F_{at}$  = força de atrito

$\mu$  = coeficiente de atrito e depende da natureza das superfícies em contato

$F_N$  = força normal aplicada pela superfície sobre o corpo

Para nível de cálculos existem dois tipos de força de atrito: a força de atrito estático, que atua em corpos parados; e a força de atrito dinâmico, que atua em corpos em movimento.

**Lembre-se:** A força de atrito estático é sempre maior que a força de atrito dinâmico.

**Força Elástica:** Conhecida como Lei de Hooke a força elástica é a força exercida por uma mola em função de sua deformação. Uma mola sujeita a uma deformação elástica à elongação sofrida pela mola (contração ou elongação) é diretamente proporcional a força nela aplicada.

$$F_{el} = k \cdot x$$

Onde  $x$  = deformação sofrida pela mola  
 $K$  = constante elástica da mola que depende de sua geometria e do material que a mola é feita.

### Exercício

1. Um automóvel desloca-se com velocidade de 72,0 km/h, em uma trajetória horizontal e retilínea, quando seus freios são acionados, percorrendo 80,0 m até parar. Considerando a massa do automóvel igual a 1200,0 kg. Determine o módulo da força média aplicada para fazê-lo parar.

**Gabarito:**  $|F| = 3000 \text{ N}$

2. A respeito das leis de Newton, são feitas três afirmativas:  
 I. A força resultante necessária para acelerar, uniformemente, um corpo de massa 4,0kg, de 10m/s para 20m/s, em uma trajetória retilínea, em 5,0s, tem módulo igual a 8,0N.

II. Quando uma pessoa empurra uma mesa, ela não se move, podemos concluir que a força de ação é anulada pela força de reação.

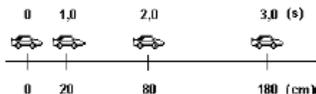
III. Durante uma viagem espacial, podem-se desligar os foguetes da nave que ela continua a se mover. Esse fato pode ser explicado pela primeira lei de Newton.

Assinale:

- a) se todas as afirmativas estiverem corretas.  
 b) se todas as afirmativas estiverem incorretas.  
 c) se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.  
 d) se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.  
 e) se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.

**Gabarito:** D

3. Um carrinho de brinquedo movido a pilha tem 0,5kg de massa total e desloca-se em linha reta com movimento uniformemente acelerado sobre uma superfície horizontal. Uma fotografia estroboscópica registra a posição do carrinho a cada 1,0s, conforme mostra a figura. Em  $t=0$ , a velocidade do carrinho é nula.



O módulo, em Newton, da resultante das forças que agem sobre o carrinho durante o movimento vale:

- a) 0,1 b) 0,2 c) 0,3 d) 0,4 e) 0,5

**Gabarito:** B

4. Os automóveis mais modernos são fabricados de tal forma que, numa colisão frontal, ocorra o amassamento da parte dianteira da lataria de maneira a preservar a cabine. Isso faz aumentar o tempo de contato do automóvel com o objeto com o qual ele está colidindo.

Com base nessas informações, pode-se afirmar que, quanto maior for o tempo de colisão,

- a) menor será a força média que os ocupantes do automóvel sofrerão ao colidirem com qualquer parte da cabine.

b) maior será a força média que os ocupantes do automóvel sofrerão ao colidirem com qualquer parte da cabine.

c) maior será a variação da quantidade de movimento que os ocupantes do automóvel experimentarão.

d) menor será a variação da quantidade de movimento que os ocupantes do automóvel experimentarão.

**Gabarito:** A

5. Os princípios básicos da mecânica foram estabelecidos por Newton e publicados em 1686, sob o título "Princípios Matemáticos da Filosofia Natural". Com base nestes princípios, é correto afirmar:

(01) A aceleração de um corpo em queda livre depende da massa desse corpo.

(02) As forças de ação e reação são forças de mesmo módulo e estão aplicadas em um mesmo corpo.

(04) A massa de um corpo é uma propriedade intrínseca desse corpo.

(08) As leis de Newton são válidas somente para referenciais inerciais.

(16) Quanto maior for a massa de um corpo, maior será a sua inércia.

(32) A lei da inércia, que é uma síntese das idéias de Galileu sobre a inércia, afirma que, para manter um corpo em movimento retilíneo uniforme, é necessária a ação de uma força.

**Gabarito:** 04 + 08 + 16 = 28

6. Um caixote de massa 50 kg é empurrado horizontalmente sobre um assoalho horizontal, por meio de uma força de intensidade 150 N.

Nessas condições, a aceleração do caixote é, em  $\text{m/s}^2$ .

- a) 0,50 b) 1,0 c) 1,5 d) 2,0 e) 3,0

**Gabarito:** E

7. Duas forças horizontais, perpendiculares entre si e de intensidades 6 N e 8 N, agem sobre um corpo de 2 kg que se encontra sobre uma superfície plana e horizontal.

Desprezando os atritos, o módulo da aceleração adquirida por esse corpo é:

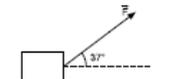
- a)  $1 \text{ m/s}^2$  d)  $4 \text{ m/s}^2$   
 b)  $2 \text{ m/s}^2$  e)  $5 \text{ m/s}^2$   
 c)  $3 \text{ m/s}^2$

**Gabarito:** E

8. Uma caixa de massa 50 kg é arrastada sobre uma superfície horizontal por uma força  $F$ , de intensidade 100 N, formando ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal.

Dados:

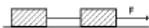
$$\text{sen } 37^\circ = 0,60 \quad \text{cos } 37^\circ = 0,80$$



Determine a aceleração horizontal da caixa e o valor da força normal.

**Gabarito:**  $1,6 \text{ m/s}^2$  e **440N**

9. Dois blocos idênticos, unidos por um fio de massa desprezível, jazem sobre uma mesa lisa e horizontal conforme mostra a figura a seguir. A força máxima a que esse fio pode resistir é 20N.



Qual o valor máximo da força  $F$  que se poderá aplicar a um dos blocos, na mesma direção do fio, sem romper o fio?

**Gabarito: 40N**

10. Os blocos A e B têm massas  $m_A=5,0\text{kg}$  e  $m_B=2,0\text{kg}$  e estão apoiados num plano horizontal perfeitamente liso.

Aplica-se ao corpo A a força horizontal  $\hat{u}$ , de módulo 21N.

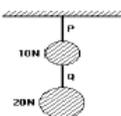


A força de contato entre os blocos A e B tem módulo, em newtons,

a) 21 b) 11,5 c) 9,0 d) 7,0 e) 6,0

**Gabarito: E**

11. Dois corpos, de peso 10N e 20N, estão suspensos por dois fios, P e Q, de massas desprezíveis, da maneira mostrada na figura.



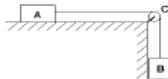
A intensidades (módulos) das forças que tensionam os fios P e Q são respectivamente, de:

a) 10 N e 20 N b) 10 N e 30 N c) 30 N e 10 N.

d) 30 N e 20 N. e) 30 N e 30 N.

**Gabarito: D**

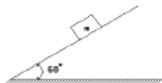
12. Dois corpos A e B, de massas  $M_A=3,0\text{kg}$  e  $M_B=2,0\text{kg}$ , estão ligados por uma corda de peso desprezível que passa sem atrito pela polia C, como mostra a figura a seguir.



Determine a aceleração do sistema e a tração na corda.

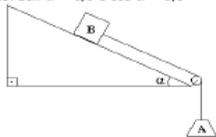
**Gabarito:  $4\text{m/s}^2$  e 12N**

12. Na montagem a seguir, sabendo-se que a massa do corpo é de 20kg, qual é a aceleração do bloco e qual a reação Normal que o plano exerce sobre o corpo?



**Gabarito:**

13. A ilustração a seguir refere-se a uma certa tarefa na qual o bloco B dez vezes mais pesado que o bloco A deverá descer pelo plano inclinado com aceleração constante. Considerando que o fio e a polia são ideais, determine a aceleração do sistema e a tração na corda que une os blocos. Dados:  $\text{sen } \alpha = 0,6$  e  $\text{cos } \alpha = 0,8$



**Gabarito:**

14. Um caixote de massa 50 kg é empurrado horizontalmente sobre um assoalho horizontal, por meio de uma força de intensidade 150 N. Nessas condições, a aceleração do caixote é, em  $\text{m/s}^2$ . Dados:  $g = 10\text{m/s}^2$  Coeficiente de atrito cinético  $\mu = 0,20$

a) 0,50 b) 1,0 c) 1,5 d) 2,0 e) 3,0

**Gabarito:**

15. Um automóvel de massa 1375 kg encontra-se em uma ladeira que forma  $37^\circ$  em relação à horizontal. Qual é o mínimo coeficiente de atrito para que o automóvel permaneça parado?

Dados:  $\text{sen } (37^\circ) = 0,6$  e  $\text{cos } (37^\circ) = 0,8$ .

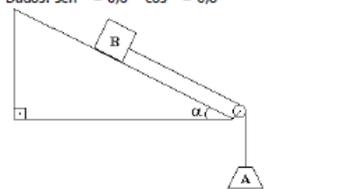
a)  $\mu = 0,25$  d)  $\mu = 1,0$

b)  $\mu = 0,50$  e)  $\mu = 1,25$

c)  $\mu = 0,75$  **Gabarito:**

16. A ilustração a seguir refere-se a uma certa tarefa na qual o bloco B dez vezes mais pesado que o bloco A deverá descer pelo plano inclinado com velocidade constante. Considerando que o fio e a polia são ideais, o coeficiente de atrito cinético entre o bloco B e o plano deverá ser:

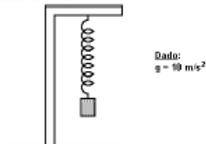
Dados:  $\text{sen } \alpha = 0,6$   $\text{cos } \alpha = 0,8$



a) 0,500 b) 0,750 c) 0,875 d) 1,33 e) 1,50

**Gabarito: C**

17. Certa mola helicoidal, presa num suporte vertical, tem comprimento de 12cm. Quando se prende à mola um corpo de 200g ela passa a medir 16cm.



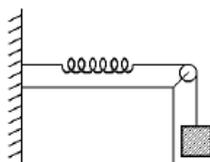
Dado:  $g = 10\text{ m/s}^2$

A constante elástica da mola vale, em N/m:

a) 5,0 b)  $5,0 \cdot 10^1$  c)  $5,0 \cdot 10^2$  d)  $5,0 \cdot 10^3$

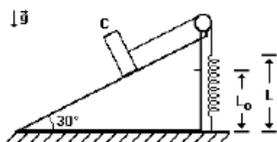
e)  $5,0 \cdot 10^4$  **Gabarito: B**

18. No sistema mostrado na figura a seguir, o bloco tem massa igual a 5,0kg. A constante elástica da mola vale 2,0N/cm. Considere que o fio, a mola e a roldana são ideais. na situação de equilíbrio, qual a deformação da mola, em centímetros? Dado:  $g = 10\text{m/s}^2$



Gabarito: 25 cm

19. Um corpo C de massa igual a 3kg está em equilíbrio estático sobre um plano inclinado, suspenso por um fio de massa desprezível preso a uma mola fixa ao solo, como mostra a figura a seguir. O comprimento natural da mola (sem carga) é  $L_0 = 1,2\text{m}$  e ao sustentar estaticamente o corpo ela se distende, atingindo o comprimento  $L = 1,5\text{m}$ . Os possíveis atritos podem ser desprezados.



Determine a constante elástica da mola, em N/m.

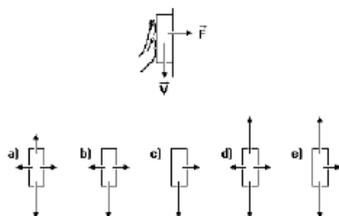
- a) 10. b) 30. c) 50. d) 90. e) 100.

Gabarito: C

20. Um conjunto massa-mola desloca-se sob a ação de uma força F em uma superfície plana, sem atrito, conforme mostra a figura a seguir. A aceleração do conjunto é  $5\text{m/s}^2$ , a massa do bloco é 2kg, e a distensão da mola permanece constante. Determine a distensão da mola, em centímetros, desprezando a massa da mola e assumindo que sua constante elástica vale 200N/m. Considere o coeficiente de atrito cinético igual a 0,4. Gabarito: 5 cm

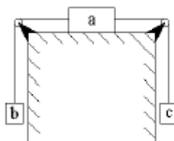


21. A figura 1 a seguir mostra um bloco que está sendo pressionado contra uma parede vertical com força horizontal  $\vec{F}$  e que desliza para baixo com velocidade constante. O diagrama que melhor representa as forças que atuam nesse bloco é:



Gabarito: D

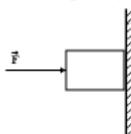
22. No sistema a seguir, sabe-se que a massa do corpo "b" é  $m_b = 20\text{kg}$  a massa do corpo "a" é  $m_a = 200\text{kg}$  e o coeficiente de atrito entre o corpo "a" e a mesa é 0,20. Os fios são inextensíveis e o atrito e inércia das roldanas desprezíveis. Qual deve ser o valor mínimo da massa do corpo "c" ( $m_c$ ) para que o sistema possa adquirir movimento?



- a)  $m_c = 20\text{ kg}$  b)  $m_c = 30\text{ kg}$  c)  $m_c = 40\text{ kg}$   
d)  $m_c = 50\text{ kg}$  e)  $m_c = 60\text{ kg}$

Gabarito: E

23. Nessa figura, está representado um bloco de 2,0kg sendo pressionado contra a parede por uma força F. O coeficiente de atrito estático entre esses corpos vale 0,5, e o cinético vale 0,3. Considere  $g = 10\text{m/s}^2$ .



Se  $F = 50\text{N}$ , então a reação normal e a força de atrito que atuam sobre o bloco valem, respectivamente,

- a) 20N e 6,0N. b) 20N e 10N. c) 50N e 20N.  
d) 50N e 25N. e) 70N e 35N.

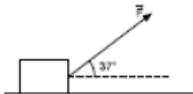
Gabarito: C

24. A terceira Lei de Newton é o princípio da ação e reação. Esse princípio descreve as forças que participam na interação entre dois corpos. Podemos afirmar que:

- a) duas forças iguais em módulo e de sentidos opostos são forças de ação e reação  
b) enquanto a ação está aplicada num dos corpos, a reação está aplicada no outro  
c) a ação é maior que a reação  
d) ação e reação estão aplicadas no mesmo corpo  
e) a reação em alguns casos, pode ser maior que a ação.

Gabarito: B

25. Uma caixa de massa 50 kg é arrastada sobre uma superfície horizontal por uma força  $F$ , de intensidade 100 N, formando ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal. Se a aceleração da caixa é  $2\text{ m/s}^2$ , determine o valor do coeficiente de atrito cinético entre a superfície e a caixa. Dados:  $\text{sen } 37^\circ = 0,60$  e  $\text{cos } 37^\circ = 0,80$



26. Um livro encontra-se deitado sobre uma folha de papel, ambos em repouso sobre uma mesa horizontal. Para aproximá-lo de si, um estudante puxa a folha em sua direção, sem tocar no livro. O livro acompanha o movimento da folha e não desliza sobre ela. Qual é a alternativa que melhor descreve a força que, ao ser exercida sobre o livro, o colocou em movimento?

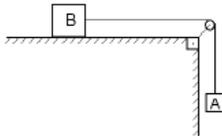
- a) É uma força de atrito cinético de sentido contrário ao do movimento do livro.  
 b) É uma força de atrito cinético de sentido igual ao do movimento do livro.  
 c) É uma força de atrito estático contrário de sentido ao do movimento do livro.  
 d) É uma força de atrito estático de sentido igual ao do movimento do livro.  
 e) É uma força que não pode ser caracterizada como força de atrito.

27. O bloco A de massa  $m = 4\text{ kg}$  desloca-se com velocidade constante  $v = 2\text{ m/s}$  sobre uma superfície horizontal, como mostra a figura. Com ajuda dos dados e da figura, assinale V se verdadeiro e F se falso.

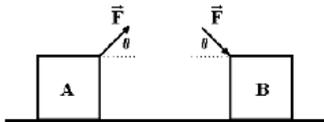


- ( ) a força de atrito entre o bloco e a superfície horizontal é nula;  
 ( ) a força resultante das forças que atuam sobre o bloco é nula;  
 ( ) a força de atrito entre o bloco e a superfície horizontal vale menos do que 20 N;  
 ( ) o peso do bloco é igual a 20 N;  
 ( ) o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície vale 0,8.

28. No sistema representado a seguir, o corpo A, de massa  $3,0\text{ kg}$  está em movimento uniforme. A massa do corpo B é de  $10\text{ kg}$ . Adote  $g = 10\text{ m/s}^2$ , e determine o valor do coeficiente de atrito cinético entre o corpo B e o plano sobre o qual se apóia.



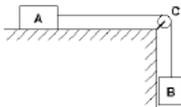
29. Dois blocos idênticos, A e B, estão sujeitos a uma mesma força  $F$ , como se vê na figura a seguir, sendo o bloco A puxado e o bloco B empurrado. Sabe-se que  $\mu_C$  dos blocos em relação ao plano é o mesmo e que ambos movem-se ao mesmo tempo..



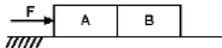
Com base em sua análise, julgue os itens a seguir em verdadeiro e falso.

- ( ) A força de atrito entre o bloco A e o plano é menor que a força de atrito entre o bloco B e o plano.  
 ( ) A aceleração dos blocos, A e B, em relação ao plano é a mesma.  
 ( ) A força normal que age no corpo A é maior que a força normal que age no corpo B.  
 ( ) A força  $F$ , aplicada no bloco A, é igual à força  $F$ , aplicada no bloco B.  
 ( ) O bloco B move-se com maior velocidade que o bloco A.

30. Dois corpos A e B, de massas  $m_A = 3,0\text{ kg}$  e  $m_B = 2,0\text{ kg}$ , estão ligados por uma corda de peso desprezível que passa sem atrito pela polia C, como mostra a figura a seguir. Entre A e o apoio existe atrito de coeficiente  $\mu_C = 0,5$ , a aceleração da gravidade vale  $g = 10\text{ m/s}^2$  e o sistema parte do repouso. Determine a tração na corda que une os blocos.



31. Dois blocos idênticos, A e B, de massas  $1\text{ kg}$  cada um se deslocam sobre uma mesa plana sob ação de uma força de  $10\text{ N}$ , aplicada em A, conforme ilustrado na figura. Se o movimento é uniformemente acelerado, e considerando que o coeficiente de atrito cinético entre os blocos e a mesa é  $\mu = 0,5$ , determine a força que o bloco A exerce sobre o bloco B.



## NOVA SEQUENCIA DE CONTEÚDOS PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Física – 1ª Série – Módulo 4

Professor: Michael Romano Stolf

### Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV):

Este tipo de movimento é caracterizado por ocorrer em trajetória retilínea com velocidade variável de mesma quantidade e com aceleração constante. Quando um móvel possui aceleração constante dizemos que a sua velocidade se altera de quantidades iguais em intervalos de tempos iguais. O MRUV é representado por um conjunto de três equações. São elas:

#### 1ª – Equação Horária da Velocidade do MRUV

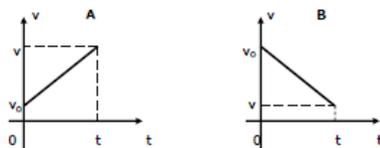
Possibilita calcular a velocidade final do móvel em qualquer instante de tempo.

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Onde  $v$  = velocidade final  
 $v_0$  = velocidade inicial  
 $a$  = aceleração constante  
 $t$  = intervalo de tempo em que ocorreu o movimento

Nesta equação a velocidade é uma função do tempo,  $v = f(t)$ .

**Importante:** Como a equação horária da velocidade do MRUV é uma equação de 1º grau, este movimento pode ser representado pelo gráfico da velocidade pelo tempo ( $v \cdot t$ ).



No gráfico A temos uma função crescente, o que indica que o valor da aceleração é positivo, e no gráfico B temos uma função decrescente o que indica que o valor da velocidade é negativo.

**Lembre-se:** Se o valor da velocidade é positivo o movimento é classificado como movimento progressivo, se o valor da velocidade é negativo o movimento é classificado como movimento retrógrado ou regressivo, e se os sinais da velocidade e da aceleração são iguais o movimento é classificado como movimento acelerado, porém se os sinais da velocidade e da aceleração são diferentes o movimento é classificado como movimento retardado ou desacelerado.

#### 2ª – Equação Horária da Posição para o MRUV

Possibilita calcular a posição final do móvel em qualquer instante de tempo.

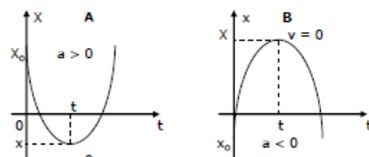
$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Onde  $x$  = posição final

$x_0$  = posição inicial  
 $v_0$  = velocidade inicial  
 $a$  = aceleração constante  
 $t$  = intervalo de tempo em que ocorreu o movimento

Nesta equação a posição é uma função do tempo,  $x = f(t)$ .

**Importante:** Como a equação horária da posição do MRUV é uma equação de 2º grau, este movimento pode ser representado pelo gráfico da posição pelo tempo ( $x \cdot t$ ).



**Lembre-se:** No gráfico A a concavidade da parábola está para cima o que indica que o valor da aceleração é positivo, e no gráfico B a concavidade da parábola está para baixo, o que indica que o valor da aceleração é negativo.

No vértice da parábola ocorre a inversão do sentido da velocidade do móvel, o que indica que neste instante de tempo a velocidade é nula.

#### 3ª – Equação de Torricelli

Possibilita calcular a velocidade do móvel após ele percorrer qualquer distância.

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

Onde  $v$  = velocidade final  
 $v_0$  = velocidade inicial  
 $a$  = aceleração constante  
 $\Delta x$  = variação da posição

Nesta equação a velocidade é uma função da variação da posição,  $v = f(\Delta x)$ .

**Movimentos Verticais:** São movimentos que ocorrem sob a ação exclusiva da aceleração da gravidade, representada pela letra  $g$ . Se são movimentos que ocorrem devido à existência de uma aceleração, são considerados movimentos uniformemente variados (MRUV).

Podem ser divididos em três tipos:

#### 1º - Movimento de Queda Livre

É um movimento vertical, de cima para baixo, com velocidade inicial nula.

MRUV	Queda Livre
$v = v_0 + a \cdot t$	$v = g \cdot t$
$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	$\Delta h = \frac{g \cdot t^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot \Delta h$

#### 2º - Lançamento Vertical para Baixo

É um movimento vertical, de cima para baixo, com velocidade inicial positiva.

$$v = v_0 + g \cdot t$$

$$\Delta h = v_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

### 3º - Lançamento Vertical para Cima

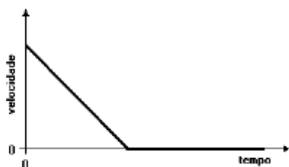
É um movimento vertical, de baixo para cima, com velocidade inicial positiva. Este movimento pode ser dividido nos movimentos de subida e descida.

Subida	Descida (Queda Livre)
$v = v_0 - g \cdot t$	$v = g \cdot t$
$\Delta h = v_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$	$\Delta h = \frac{g \cdot t^2}{2}$
$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta h$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot \Delta h$

**Importante:** Como na subida a aceleração da gravidade tem sentido contrário ao movimento do corpo seu sinal é negativo. Na altura máxima a velocidade final de subida do móvel é nula, o que nos permite calcular o seu tempo de subida. Na descida, a partir da altura máxima, a velocidade do móvel é nula, o que nos possibilita calcular sua descida como uma queda livre. Para um mesmo referencial o tempo de subida é igual ao tempo de descida.

### Exercícios

1. O gráfico adjacente mostra como varia a velocidade de um móvel, em função do tempo, durante parte de seu movimento.



O movimento representado pelo gráfico pode ser o de uma

- esfera que desce por um plano inclinado e continua rolando por um plano horizontal.
- criança deslizando num escorregador de um parque infantil.
- fruta que cai de uma árvore.
- composição de metrô, que se aproxima de uma estação e pára.
- bala no interior de um cano de arma, logo após o disparo.

**Gabarito D**

2. Um carro viaja com velocidade de 90 km/h (ou seja, 25m/s) num trecho retilíneo de uma rodovia quando, subitamente, o motorista vê um animal parado na sua pista. Entre o instante em que o motorista avista o animal e aquele em que começa a frear, o carro percorre 15m. Se o motorista frear o carro à taxa constante de 5,0m/s<sup>2</sup>, mantendo-o em sua trajetória retilínea, ele só evitará atingir

o animal, que permanece imóvel durante todo o tempo, se o tiver percebido a uma distância de, no mínimo,

a) 15 m. b) 31,25 m. c) 52,5 m. d) 77,5 m. e) 125 m.

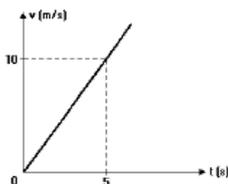
**Gabarito D**

3. A função horária da posição  $s$  de um móvel é dada por  $s = 20 + 4t - 3t^2$ , com unidades do Sistema Internacional. Nesse mesmo sistema, a função horária da velocidade do móvel é

- $v = -16 - 3t$
- $v = -6t$
- $v = 4 - 6t$
- $v = 4 - 3t$
- $v = 4 - 1,5t$

**Gabarito C**

4. Um móvel tem movimento com velocidade descrita pelo gráfico a seguir. Após 10s qual será sua distância do ponto de partida?



a) 500m b) 20m c) 75m d) 25m e) 100m

**Gabarito B**

5. Um trem em movimento está a 15m/s quando o maquinista freia, parando o trem em 10s. Admitindo aceleração constante, pode-se concluir que os módulos da aceleração e do deslocamento do trem neste intervalo de tempo valem, em unidades do Sistema Internacional, respectivamente,

- 0,66 e 75
- 0,66 e 150
- 1,0 e 150
- 1,5 e 150
- 1,5 e 75

**Gabarito E**

6. Um caminhão com velocidade de 36km/h é freado e pára em 10s. Qual o módulo da aceleração média do caminhão durante a frenada?

**Gabarito 1,0 m/s<sup>2</sup>**

7. Um projétil de massa  $m = 5,00g$  atinge perpendicularmente uma parede com velocidade  $V = 400m/s$  e penetra 10,0cm na direção do movimento. (Considere constante a desaceleração do projétil na parede).

- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 15,0cm
- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 225cm
- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 22,5cm
- Se  $V = 600m/s$  a penetração seria de 150cm
- A intensidade da força imposta pela parede à penetração da bala é 2N

**Gabarito: C**

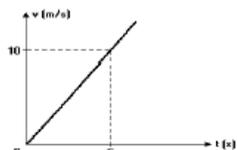
8. Para se dirigir prudentemente, recomenda-se manter do veículo da frente uma distância mínima de um carro(4,0m) para cada 16km/h. Um carro segue um caminhão em uma estrada, ambos a 108km/h.

- De acordo com a recomendação acima, qual deveria ser a distância mínima separando os dois veículos?
- O carro mantém uma separação de apenas 10m quando o motorista do caminhão freia bruscamente. O motorista do carro demora 0,50 segundo para perceber a frenada e pisar em seu freio. Ambos os veículos percorreriam a mesma

distância até parar, após acionarem os seus freios. Mostre numericamente que a colisão é inevitável.

**Gabário:** a) 27 m b) Durante o tempo de reação (0,50s) o carro anda 15 m.

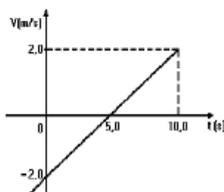
9. Um móvel tem movimento com velocidade descrita pelo gráfico a seguir. Após 10s qual será sua distância do ponto de partida?



a) 500m b) 20m c) 75m d) 25m e) 100m

**Gabário:** E

10. Este diagrama representa a velocidade de uma partícula que se desloca sobre uma reta em função do tempo.

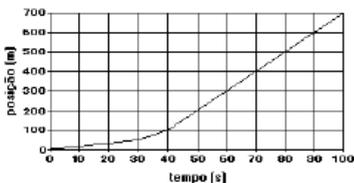


O deslocamento e a distância percorrida pela partícula, no intervalo de 0 a 10,0 s, foi

**Gabário:** Zero e 10m.

11. O gráfico a seguir mostra como varia a posição em função do tempo para um carro que se desloca em linha reta.

No tempo  $t=60s$ , determine a velocidade do carro.



a) 5,0m/s b) 7,0m/s c) 10m/s d) 12m/s e) 15m/s

**Gabário:** C

12. Um trem de 100m de comprimento, com velocidade de 30m/s, começa a frear com aceleração constante de módulo  $2m/s^2$ , no instante em que inicia a ultrapassagem de um túnel. Esse trem pára no momento em que seu último vagão está saindo do túnel. O comprimento do túnel é:

a) 25 m b) 50 m c) 75 m d) 100m e) 125 m

**Gabário:** E

13. As faixas de aceleração das auto-estradas devem ser longas o suficiente para permitir que um carro partindo do repouso atinja a velocidade de 100km/h em uma estrada horizontal. Um carro popular é capaz de acelerar de 0 a 100km/h em 18s. Suponha que a aceleração é constante.

a) Qual o valor da aceleração?

b) Qual a distância percorrida em 10s?

c) Qual deve ser o comprimento mínimo da faixa de aceleração?

**Gabário:** a)  $a=1,54 m/s^2$  b)  $\Delta x \approx 77m$  c)  $\Delta x \approx 250m$

14. Um automóvel, avançando à velocidade de 36 km/h, sofre uma colisão frontal contra um muro de concreto. Observa-se que o carro pára completamente após amassar 0,50m de sua parte frontal. A desaceleração do carro, suposta constante, durante a colisão, em  $m/s^2$ , é:

a) 50 b) 75 c) 100 d) 125 e) 150

**Gabário:** C

15. Um caminhão, a 72 km/h, percorre 50m até parar, mantendo a aceleração constante. O tempo de frenagem, em segundos, é igual a:

a) 1,4 b) 2,5 c) 3,6 d) 5,0 e) 10,0

**Gabário:** D

16. Uma composição de metrô deslocava-se com a velocidade máxima permitida de 72 km/h, para que fosse cumprido o horário estabelecido para a chegada à estação A. Por questão de conforto e segurança dos passageiros, a aceleração (e desaceleração) máxima permitida, em módulo, é 0,8  $m/s^2$ . Experiente, o condutor começou a desaceleração constante no momento exato e conseguiu parar a composição corretamente na estação A, no horário esperado. Depois de esperar o desembarque e o embarque dos passageiros, partiu em direção à estação B, a próxima parada, distante 800 m da estação A. Para percorrer esse trecho em tempo mínimo, impôs à composição a aceleração e desaceleração máximas permitidas, mas obedeceu a velocidade máxima permitida. Utilizando as informações apresentadas, e considerando que a aceleração e a desaceleração em todos os casos foram constantes, calcule

a) a distância que separava o trem da estação A, no momento em que o condutor começou a desacelerar a composição.

b) o tempo gasto para ir da estação A até a B.

**Gabário:** a) 250m b) 65s

17. Um automóvel trafega com velocidade constante de 12m/s por uma avenida e se aproxima de um cruzamento onde há um semáforo com fiscalização eletrônica. Quando o automóvel se encontra a uma distância de 30m do cruzamento, o sinal muda de verde para amarelo. O motorista deve decidir ir para o carro antes de chegar ao cruzamento ou acelerar o carro e passar pelo cruzamento antes do sinal mudar para vermelho. Este sinal permanece amarelo por 2,2 s. O tempo de reação do motorista (tempo decorrido entre o momento em que o motorista vê a mudança de sinal e o momento em que realiza alguma ação) é 0,5s.

a) Determine a mínima aceleração constante que o carro deve ter para parar antes de atingir o cruzamento e não ser multado. Aproxime  $1,7^2 \approx 3,0$ .

b) Calcule a menor aceleração constante que o carro deve ter para passar pelo cruzamento sem ser multado.

**Gabário:** a)  $a = -3 m/s^2$  b)  $a = 2,4 m/s^2$

#### Movimentos Verticais:

18. Um corpo, caindo do alto de uma torre, chega ao chão em 5s. Qual a altura da torre? Use  $g=9,8\text{m/s}^2$ .

- a) 130m b) 122,5m c) 245m d) 250m e) 125m

Gabarito: B

19. Uma pedra é abandonada do alto de um edifício de 32 andares. Sabendo-se que a altura de cada andar é de 2,5m. Desprezando-se a resistência do ar, com que a velocidade a pedra chegará ao solo?

- a) 20 m/s b) 40 m/s c) 60 m/s d) 80 m/s e) 100 m/s

Gabarito: B

20. Um pára-quadista, descendo na vertical, deixou cair sua lanterna quando estava a 90m do solo. A lanterna levou 3 segundos para atingir o solo. Qual era a velocidade do pára-quadista, em m/s, quando a lanterna foi solta?

Gabarito: 15 m/s

21. Um pára-quadista radical pretende atingir a velocidade do som. Para isto seu plano é saltar de um balão estacionário na alta atmosfera, equipado com roupas pressurizadas. Como nessa altitude o ar é muito rarefeito, a força de resistência do ar é desprezível. Suponha que a velocidade inicial do pára-quadista em relação ao balão seja nula e que a aceleração da gravidade seja igual a  $10\text{m/s}^2$ . A velocidade do som nessa altitude é 300m/s. Calcule:

a) em quanto tempo ele atinge a velocidade do som;

b) a distância percorrida nesse intervalo de tempo.

Gabarito: a) 30s b) 4,5 km

22. Um projétil de brinquedo é arremessado verticalmente para cima, da beira da sacada de um prédio, com uma velocidade inicial de 10 m/s. O projétil sobe livremente e, ao cair, atinge a calçada do prédio com uma velocidade de módulo igual a 30 m/s. Indique quanto tempo o projétil permaneceu no ar, supondo o módulo da aceleração da gravidade igual a  $10\text{m/s}^2$  e desprezando os efeitos de atrito sobre o movimento do projétil.

- a) 1 s b) 2 s c) 3 s d) 4 s e) 5 s

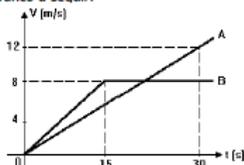
Gabarito: D

23. Um foguete sobe verticalmente. No instante  $t = 0$  em que ele passa pela altura de 100 m, em relação ao solo, subindo com velocidade de 5,0m/s, escapa dele um pequeno parafuso. Considere  $g=10\text{m/s}^2$ . O parafuso chegará ao solo no instante t, em segundos, igual a:

- a) 20 b) 15 c) 10 d) 5,0 e) 3,0

Gabarito: D

24. Dois móveis partem simultaneamente de um mesmo ponto e suas velocidades estão representadas no mesmo gráfico a seguir:



A diferença entre as distâncias percorridas pelos dois móveis, nos 30s, é igual a

- a) zero. b) 60 m c) 120 m d) 180 m e) 300 m

#### Gabarito: A

25. Uma partícula move-se numa trajetória retilínea obedecendo a equação  $x = 20 - 4t + t^2$ .

Determine

a) o deslocamento da partícula no intervalo 0s a 9s;

b) a velocidade média no intervalo 0s a 9s;

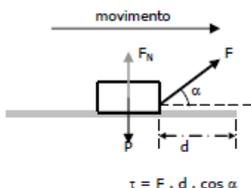
c) a aceleração no instante  $t=5s$ .

## NOVA SEQUENCIA DE CONTEÚDOS PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Física – 1ª Série – Módulo 5

Professor: Michael Romano Stolf

**Trabalho de uma Força:** Uma força aplicada sobre um corpo realiza um trabalho quando produz um deslocamento deste corpo. Trabalho é um gasto de energia que produz um deslocamento e energia é tudo aquilo que nos possibilita realizar trabalho.



Onde  $\tau$  = trabalho realizado pela força  
 $F$  = força que promove o deslocamento  
 $d$  = deslocamento  
 $\alpha$  = ângulo entre a força aplicada e a direção do Deslocamento

**Lembre-se:** O trabalho realizado pela força que produz o deslocamento é chamado de trabalho motor, e o trabalho realizado pela força que atrapalha o movimento (força de atrito) é chamado de trabalho resistente.

**Potência:** É a razão entre o trabalho realizado por uma força e o intervalo de tempo gasto para realizá-lo. Potência é uma grandeza escalar que expressa a rapidez com que um trabalho é realizado.

$$P = \frac{\tau}{\Delta t}$$

A potência é medida em Watts nas unidades do SI.

**Lembre-se:** 1 cv = 735 W  
 1 HP = 746 W

Se um corpo se move com velocidade constante (MRU) a potência pode ser calculada por:

$$P = F \cdot v$$

Onde  $P$  = potência  
 $\tau$  = trabalho  
 $\Delta t$  = intervalo de tempo  
 $F$  = força aplicada sobre o corpo  
 $v$  = velocidade constante

**Energia cinética:** É a energia que os corpos possuem em função de sua velocidade. É a energia que os corpos possuem devido ao seu movimento.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

**Teorema do Trabalho e da Energia Cinética:** "O trabalho realizado por uma força sobre um corpo produz neste uma variação de sua energia cinética".

$$\tau = \Delta E_c$$

**Energia Potencial Gravitacional:** É um tipo de energia armazenada em um corpo devido a sua posição (altura) em relação ao referencial adotado.

$$E_{PG} = m \cdot g \cdot h$$

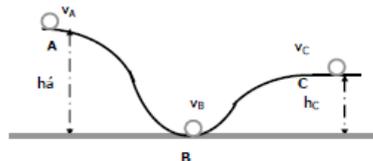
**Energia Potencial Elástica:** É a forma de energia que se encontra armazenada em um corpo elástico (mola) devido sua deformação.

$$E_{PEL} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

**Energia Mecânica:** É a soma de todos os tipos de energia que estão envolvidos no estudo de determinado fenômeno.

$$E_M = E_C + E_{PG} + E_{PEL}$$

**Teorema da Conservação da Energia Mecânica:** "Em um sistema conservativo (sem atritos) a energia mecânica total permanece constante em todos os pontos do sistema".



Pelo teorema da conservação da energia mecânica, temos:

$$E_{MA} = E_{MB} = E_{MC}$$

$$E_{CA} + E_{PGA} = E_{CB} = E_{CC} + E_{PGC}$$

A energia não se cria e nem se perde, apenas se transforma em outro tipo de energia.

**Quantidade de Movimento ou Momento Linear:** É a grandeza física que relaciona a massa de um corpo com sua velocidade para caracterizar o estado de movimento deste corpo.

$$Q = m \cdot v$$

A quantidade de movimento é uma grandeza vetorial que tem a mesma direção e o mesmo sentido da velocidade do corpo.

**Impulso:** O impulso que um corpo recebe depende da força aplicada sobre o corpo e o intervalo de tempo em que esta força atua. É uma grandeza vetorial que tem a mesma direção e sentido da força de aplicação.

$$I = F \cdot \Delta t$$

O impulso estuda o efeito que a força aplicada produz sobre o corpo em levando em consideração o tempo de aplicação. **Lembre-se:** A fórmula acima somente pode ser utilizada quando a força aplicada sobre o corpo for constante.

#### Teorema do Impulso e da Quantidade de Movimento:

"O impulso provocado por uma força resultante não nula, aplicada sobre um corpo durante um intervalo de tempo, é igual a variação da quantidade de movimento sofrida por este corpo durante este mesmo intervalo de tempo".

Matematicamente falando:

$$I = \Delta Q$$

Esta mesma expressão pode ser expressa por:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot (v - v_0)$$

A igualdade entre impulso e quantidade de movimento é aplicada porque as duas grandezas possuem as mesmas unidades.

#### Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento:

"Quando um corpo ou sistema está livre da atuação de forças externas não existe variação da quantidade de movimento deste corpo ou sistema".

Matematicamente:

$$\begin{aligned} \Delta Q &= 0 \\ Q_{\text{Final}} - Q_{\text{Inicial}} &= 0 \\ Q_{\text{Final}} &= Q_{\text{Inicial}} \end{aligned}$$

#### **Exercícios**

1. Um corpo de massa 2,0kg é arrastado sobre uma superfície horizontal com velocidade constante de 5,0m/s, durante 10s. Sobre esse movimento são feitas as afirmações:

- o trabalho realizado pela força peso do corpo é nulo.
- o trabalho realizado pela força de atrito é nulo.
- o trabalho realizado pela força resultante é nulo.

Dessas afirmações, SOMENTE:

- I e III são corretas.
- I e II são corretas.
- III é correta.
- II é correta.

**Gabarito: A**

2. Um projétil de massa 0,1kg é lançado do solo, segundo um ângulo de 30° com a horizontal e com velocidade de módulo 40m/s. Despreze a resistência do ar. Qual o módulo, em Joules, do trabalho realizado pela força peso durante o movimento ascendente deste projétil?

dado:  $g = 10\text{m/s}^2$

**Gabarito: 20J**

3. Um trator utilizado para lavar a terra arrasta um arado com uma força de 10.000N. Que trabalho se realiza neste caso num percurso de 200m?

- $20 \cdot 10^6$  joules
- $200 \cdot 10^6$  joules
- 50 joules
- 500 joules
- $2 \cdot 10^6$  joules

**Gabarito: E**

4. Um paciente em tratamento fisioterápico realiza um exercício realiza um exercício durante o qual distende uma mola 20 centímetros. Sabendo que a constante elástica dessa mola é de 400N/m, determine:

- a força máxima que a mola exerce sobre o paciente, quando distendida 20 centímetros;
- o trabalho físico realizado pelo paciente, para distender a mola 20 centímetros.

**Gabarito: a) 80 N b) 8,0 J**

5. Um carro recentemente lançado pela indústria brasileira tem aproximadamente 1500kg e pode acelerar, do repouso até uma velocidade de 108km/h, em 10 segundos (fonte: Revista Quatro Rodas, agosto/02).

Adote 1 cavalo-vapor (CV) = 750 W.

a) Qual o trabalho realizado nesta aceleração?

b) Qual a potência do carro em CV?

**Gabarito: a) 6,75 .10<sup>5</sup> J b) 90 CV**

6. Um motor de potência útil igual a 125 W, funcionando como elevador, eleva a 10 m de altura, com velocidade constante, um corpo de peso igual a 50 N, no tempo de

a) 0,4 s b) 2,5 s c) 12,5 s d) 5,0 s e) 4,0 s

**Gabarito: E**

7. Um barco, equipado com um motor de popa cuja potência é 25 HP, desloca-se com velocidade relativa à velocidade do rio que é de 36 km/h. Sabendo que 1 HP vale aproximadamente 745 W, qual o módulo da força exercida no barco, em N?

- 25/36
- 25/36 (745)
- 2,5 (745)
- 2,5
- 36/25 (745)

**Gabarito: C**

8. Uma força de 20N desloca, na mesma direção e sentido da força, um corpo de 4kg, em uma distância de 10m. O fenômeno todo ocorre em 5 segundos. Qual o módulo da potência realizada pela força?

**Gabarito: 40W**

#### Energia Cinética e Teorema da Energia Cinética:

9. Qual a energia cinética de um corpo que possui massa de 45kg e velocidade de 10m/s?

**Gabarito: 2250 J**

10. Um objeto de massa igual a 2,0kg, inicialmente em repouso, percorre uma distância igual a 8,0m em uma superfície horizontal sem atrito, sob a ação de uma força constante, também horizontal, igual a 4,0N. A variação da energia cinética do objeto é

- 4,0 J
- 8,0 J
- 16,0 J
- 32,0 J
- 64,0 J

**Gabarito: D**

11. Um projétil de 20 gramas, com velocidade de 240m/s, atinge o tronco de uma árvore e nele penetra uma certa distância até parar. Determine: a) a energia cinética  $E_c$  do projétil antes de colidir com o tronco e o trabalho  $T$  realizado sobre o projétil na sua trajetória no interior do tronco, até parar. b) Sabendo que o projétil penetrou 18cm no tronco da árvore, determine o valor médio  $F_m$  da força de resistência que o tronco ofereceu à penetração do projétil.

**Gabarito: a)  $E_c = 576J$   $T = - 576J$  b)  $F_m = 3,2 \cdot 10^3 N$ .**

12. Dá-se um tiro contra uma porta. A bala, de massa 10 g, tinha velocidade de 600 m/s ao atingir a porta e, logo após atravessá-la, sua velocidade passa a ser de 100 m/s. Se a espessura da porta é de 5,0 cm, a força média que a porta exerceu na bala tem módulo, em Newton:

- $1,0 \cdot 10^3$
- $2,0 \cdot 10^3$
- $5,0 \cdot 10^3$
- $2,0 \cdot 10^4$
- $3,5 \cdot 10^4$

**Gabarito: E**

### Energia Potencial Gravitacional e Elástica:

13. Qual a energia potencial gravitacional de um corpo de 30kg, que está a 30m acima do solo, em relação ao próprio solo? Dado que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Gabarito: 9000 J

14. Em uma trajetória retilínea, um carro de massa  $1,2 \cdot 10^3 \text{ kg}$  passa por um ponto A com velocidade de  $36 \text{ km/h}$  e, 20 s depois, por um ponto B com velocidade de  $72 \text{ km/h}$ . No deslocamento de A até B, o trabalho da força resultante sobre o carro vale, em joules:

- a)  $3,6 \times 10^3$  b)  $1,8 \times 10^4$  c)  $3,6 \times 10^4$  d)  $1,8 \times 10^5$   
e)  $3,6 \times 10^5$

Gabarito: D

15. Uma bola de borracha é abandonada a 2,0m acima do solo. Após bater no chão, retorna a uma altura de 1,5m do solo. A porcentagem da energia inicial perdida na colisão da bola com o solo é:

- a) 5 % b) 15 % c) 20 % d) 25 % e) 35 %

Gabarito: D

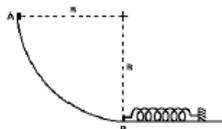
### Energia Mecânica e Conservação:

16. Em um dado ponto de um sistema um corpo possui 200J de energia cinética e 500J de energia potencial. Qual o valor da energia mecânica desse corpo?

Gabarito: 700J

17. Um objeto de massa 400g desce, a partir do repouso no ponto A, por uma rampa, em forma de um quadrante de circunferência de raio  $R=1,0\text{m}$ . Na base B, choca-se com uma mola de constante elástica  $k=200\text{N/m}$ .

Desprezando a ação de forças dissipativas em todo o movimento e adotado  $g=10\text{m/s}^2$ , a máxima deformação da mola é:



- a) 40cm b) 20cm c) 10cm d) 4,0cm e) 2,0cm

Gabarito: B

18. Uma pedra de 4 kg de massa é colocada em um ponto A, 10m acima do solo. A pedra é deixada cair livremente até um ponto B, a 4 m de altura.

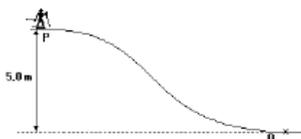
Quais são, respectivamente, a energia potencial no ponto A, a energia potencial no ponto B e o trabalho realizado sobre a pedra pela força peso? (Use  $g=10 \text{ m/s}^2$  e considere o solo como nível zero para energia potencial).

- a) 40 J, 16 J e 24 J.  
b) 40 J, 16 J e 56 J.  
c) 400 J, 160 J e 240 J.  
d) 400 J, 160 J e 560 J.  
e) 400 J, 240 J e 560 J.

Gabarito: C

19. Um esquiador de massa  $m=70\text{kg}$  parte do repouso no ponto P e desce pela rampa mostrada na figura. Suponha que as perdas de energia por atrito são desprezíveis e considere  $g=10\text{m/s}^2$ .

Determine a energia cinética e a velocidade do esquiador quando ele passa pelo ponto Q, que está 5,0m abaixo do ponto P.



- a) 50 J e  $15\text{m/s}$ . b) 350 J e  $5,0\text{m/s}$ . c) 700 J e  $10\text{m/s}$ .  
d)  $3,5 \times 10^4$  J e  $10\text{m/s}$ . e)  $3,5 \times 10^4$  J e  $20\text{m/s}$ .

Gabarito: D

### Quantidade de Movimento e Impulso:

20. Qual a quantidade de movimento de um corpo que possui massa de 45kg e velocidade de  $10\text{m/s}$ ?

Gabarito: 450 kg.m/s

21. Um caminhão de 3t (3000kg) de massa e uma bicicleta de 10kg de massa movem-se com velocidade de  $20\text{km/h}$  ( $\sim 5,6\text{m/s}$ ). Das afirmações abaixo, qual é a VERDADEIRA?

- a) A quantidade de movimento é uma grandeza escalar e, portanto, não depende nem da direção nem do sentido da velocidade.  
b) Como o caminhão e a bicicleta têm a mesma velocidade, a quantidade de movimento também é a mesma.  
c) A quantidade de movimento do caminhão tem valor  $16,8\text{kg.m/s}$  e sempre o mesmo sentido de sua velocidade.  
d) Os vetores quantidade de movimento do caminhão e da bicicleta serão iguais caso eles tenham velocidades com mesma direção e mesmo sentido.  
e) O valor da quantidade de movimento de cada um deles é diferente porque suas massas são diferentes.

Gabarito: E

22. Uma funcionária, de massa 50 kg, utiliza patins para se movimentar no interior do supermercado. Ela se desloca de um caixa a outro, sob a ação de uma força F, durante um intervalo de tempo de 0,5 s, com aceleração igual a  $3,2 \text{ m/s}^2$ . Desprezando as forças dissipativas, determine o impulso produzido por essa força F.

Gabarito: 80 N.s

23. Pular corda é uma atividade que complementa o condicionamento físico de muitos atletas.

Suponha que um boxeador exerça no chão uma força média de  $1,0 \times 10^4 \text{ N}$ , ao se erguer pulando corda. Em cada pulo, ele fica em contato com o chão por  $2,0 \times 10^{-2} \text{ s}$ .

Na situação dada, o impulso que o chão exerce sobre o boxeador, a cada pulo, é:

- a) 4,0 Ns b)  $1,0 \times 10 \text{ Ns}$  c)  $2,0 \times 10^2 \text{ Ns}$  d)  $4,0 \times 10^3 \text{ Ns}$   
e)  $5,0 \times 10^5 \text{ Ns}$

Gabarito: C

### Teorema do Impulso e Conservação da Quantidade de Movimento:

24. Uma arma é disparada ao nível do solo, lançando uma bala com velocidade inicial de  $400\text{m/s}$  numa direção  $15^\circ$  acima da horizontal. No ponto mais alto de sua trajetória, a bala atinge um bloco de madeira de massa 199 vezes maior que a sua, inicialmente em repouso no alto de um poste,

conforme a figura. Considerando que a bala fica encravada no bloco, determine a quantos metros da base do poste o bloco irá atingir o solo? Despreze a resistência do ar e o atrito do bloco com o poste.

**Gabário: 20 m**

25. Uma sonda espacial de 1000kg, vista de um sistema de referência inercial, encontra-se em repouso no espaço. Num determinado instante, seu propulsor é ligado e, durante o intervalo de tempo de 5 segundos, os gases são ejetados a uma velocidade constante, em relação à sonda, de 5000m/s. No final desse processo, com a sonda movendo-se a 20m/s, a massa aproximada de gases ejetados é

- a) 0,8 kg b) 4 kg c) 5 kg d) 20 kg e) 25 kg.

**Gabário: B**

26. Uma partícula possui 300 kg.m/s de quantidade de movimento. A partícula recebe um impulso de 500 N.s, na mesma direção e sentido do movimento. Qual a quantidade de movimento final desta partícula?

**Gabário: 800 kg.m/s**

27. Um atirador, com uma metralhadora, pode resistir a uma força média de recuo de, no máximo, 160N. As balas têm massa 40 g cada uma e saem da metralhadora com velocidade de 800m/s. O número máximo de projéteis que podem ser atirados por segundo é:

- a) 16 b) 10 c) 8 d) 5 e) 4

**Gabário: D**

28. Um corpo de massa  $m=20\text{kg}$ , deslocando-se sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, sofre o impulso de uma força,  $I = 60\text{N.s}$ , no sentido do seu movimento, no instante em que a velocidade do corpo era  $V_0 = 5,0\text{m/s}$ . Sabendo-se ainda que a aceleração média sofrida pelo corpo durante a atuação da força foi de  $300\text{m/s}^2$ , calcule:

- a) a velocidade final do corpo;  
b) o tempo de atuação da força;  
c) o valor médio da força.

**Gabário: a) 8,0 m/s b)  $1,0 \times 10^{-2}$  s c)  $6,0 \times 10^3$  N**

29. Um corpo de massa "m" se encontra em repouso sobre uma superfície horizontal, sem atrito, quando é submetido à ação de uma força F, constante, paralela à superfície, que lhe imprime uma aceleração de  $2,0\text{m/s}^2$ . Após 5,0s de movimento o módulo da sua quantidade de movimento vale  $20\text{kg.m/s}$ .

A massa "m" do corpo, em kg, vale:

- a) 5,0 b) 2,0 c) 1,0 d) 0,20 e) 0,10

**Gabário: B**

30. Todo caçador, ao atirar com um rifle, mantém a arma firmemente apertada contra o ombro evitando assim o "coice" da mesma. Considere que a massa do atirador é 95,0kg, a massa do rifle é 5,00kg e a massa do projétil é 15,0g a qual é disparada a uma velocidade de  $3,00 \times 10^4$  cm/s. Nestas condições, a velocidade de recuo do rifle ( $V_r$ ) quando se segura muito frouxamente a arma e a velocidade de recuo do atirador ( $V_a$ ) quando ele mantém a arma firmemente apoiada no ombro serão, respectivamente:

- a) 0,90m/s;  $4,7 \times 10^{-2}$  m/s  
b) 90,0m/s; 4,7m/s  
c) 90,0m/s; 4,5m/s  
d) 0,90m/s;  $4,5 \times 10^{-2}$  m/s  
e) 0,10m/s;  $1,5 \times 10^{-2}$  m/s

**Gabário: D**

31. Uma bola de futebol de massa igual a 300 g atinge uma trave da baliza com velocidade de 5,0 m/s e volta na mesma direção com velocidade idêntica.

O módulo do impulso aplicado pela trave sobre a bola, em N x s, corresponde a:

- a) 1,5  
b) 2,5  
c) 3,0  
d) 5,0

**Gabário: C**

32. Em um teste de colisão, um automóvel de 1500 kg colide frontalmente com uma parede de tijolos. A velocidade do automóvel anterior ao impacto era de 15 m/s. Imediatamente após o impacto, o veículo é jogado no sentido contrário ao do movimento inicial com velocidade de 3 m/s. Se a colisão teve duração de 0,15 s, a força média exercida sobre o automóvel durante a colisão foi de

- a)  $0,5 \times 10^4$  N.  
b)  $1 \times 10^4$  N.  
c)  $3 \times 10^4$  N.  
d)  $15 \times 10^4$  N.  
e)  $18 \times 10^4$  N.

**Gabário: E**

33. Um corpo de massa 2 kg varia sua velocidade de 10 m/s para 30 m/s, sob a ação de uma força constante. O impulso da força sobre o corpo é, em Ns,

- a) 20  
b) 30  
c) 40  
d) 60  
e) 80

**Gabário: C**

34. Uma esfera se move sobre uma superfície horizontal sem atrito. Num dado instante, sua energia cinética vale 20 J e sua quantidade de movimento tem módulo 20 N.s.

Nestas condições, é correto afirmar que sua

- a) velocidade vale 1,0 m/s.  
b) velocidade vale 5,0 m/s.  
c) velocidade vale 10 m/s.  
d) massa é de 1,0 kg.  
e) massa é de 10 kg.

**Gabário: E**

35. Uma partícula possui 300 kgm/s de quantidade de movimento. A partícula recebe um impulso de 500 N.s, na mesma direção e sentido do movimento. Qual a quantidade de movimento final desta partícula?

**Gabário: 800**

## NOVA SEQUENCIA DE CONTEÚDOS PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Física – 1ª Série – Módulo 6

Professor: Michael Romano Stolf

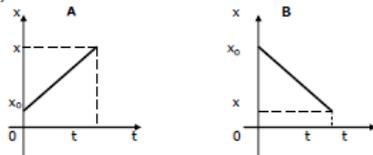
**Movimento Retilíneo Uniforme (MRU):** Este tipo de movimento é caracterizado por ocorrer em trajetória retilínea com velocidade constante. Quando um móvel possui velocidade constante dizemos que ele percorre distâncias iguais em intervalos de tempos iguais. O MRU representado por uma única equação, chamada de Equação Horária da Posição para o MRU.

$$x = x_0 + v \cdot t$$

Onde  $x$  = posição final  
 $x_0$  = posição inicial  
 $v$  = velocidade constante  
 $t$  = intervalo de tempo em que ocorreu o movimento

Nesta equação a posição é uma função do tempo,  $x = f(t)$ .

**Importante:** Como a equação horária da posição do MRU é uma equação de 1º grau, este movimento pode ser representado pelo gráfico da posição pelo tempo ( $x \cdot t$ ).



No gráfico **A** temos uma função crescente, o que indica que o valor da velocidade é positivo, e no gráfico **B** temos uma função decrescente o que indica que o valor da velocidade é negativo.

**Lembre-se:** Se o valor da velocidade é positivo o movimento é classificado como **movimento progressivo**, e se o valor da velocidade é negativo o movimento é classificado como **movimento retrógrado ou regressivo**.

### Exercícios

1. A tabela fornece, em vários instantes, a posição  $s$  de um automóvel em relação ao km zero da estrada em que se movimentava. A função horária que nos fornece a posição do automóvel, com as unidades fornecidas, é:

$t$ (h)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
$s$ (km)	200	170	140	110	80	50

- a)  $s = 200 + 30t$   
 b)  $s = 200 - 30t$

- c)  $s = 200 + 15t$   
 d)  $s = 200 - 15t$   
 e)  $s = 200 - 15t^2$

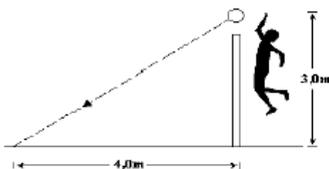
2. Um automóvel percorre uma estrada com função horária  $s = -40 + 80t$ , onde  $s$  é dado em km e  $t$  em horas. O automóvel passa pelo km zero após:

- a) 1,0h. b) 1,5h. c) **0,5h**. d) 2,0h. e) 2,5h.

3. Num caminhão-tanque em movimento, uma torneira mal fechada goteja à razão de 2 gotas por segundo. Determine a velocidade do caminhão, sabendo que a distância entre marcas sucessivas deixadas pelas gotas no asfalto é de 2,5 metros.  
 $v = 5\text{m/s}$

4. Marcelo Negrão, numa partida de vôlei, deu uma cortada na qual a bola partiu com uma velocidade de 126km/h. Sua mão golpeou a bola a 3,0m de altura, sobre a rede, e ela tocou o chão do adversário a 4,0m da base da rede, como mostra a figura. Nessa situação pode-se considerar, com boa aproximação, que o movimento da bola é retilíneo e uniforme.

Considerando essa aproximação, pode-se afirmar que o tempo decorrido entre o golpe do jogador e o toque da bola no chão é de:



- a) **1,7 s** b) 2/63 s c) 3/35 s d) 4/35 s e) 5/126 s

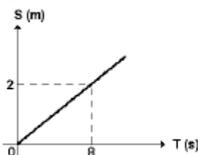
5. Um móvel animado de movimento uniforme percorre 30m com velocidade de 36 km/h. Em quanto tempo o móvel faz tal percurso?

- a) 1,2 s b) 1080 s c) 3,0 s d) 0,30 s e) 300 s

6. Um automóvel mantém velocidade escalar constante de 72,0 km/h. Em uma hora e dez minutos ele percorre, em km, uma distância de:

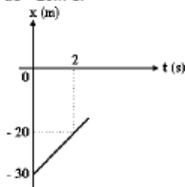
- a) 79,2 b) 80,0 c) 82,4 d) **84,0** e) 90,0

7. O gráfico da função horária  $S = v \cdot t$ , do movimento uniforme de um móvel, é dado ao a seguir. Pode-se afirmar que o móvel tem velocidade constante, em m/s, igual a:



- a) 4 b) 2 c) 0,10 d) 0,75 e) **2,5**

8. Um móvel se desloca sobre uma reta conforme o diagrama a seguir. O instante em que a posição do móvel é de +20m é:



a) 6 s b) 8 s c) 10 s d) 12 s e) 14 s

9. Um corpo obedece à equação  $S = 20 - 5 \cdot t$ , em unidades do sistema internacional. Este movimento é progressivo ou retrógrado? Qual o tempo para o móvel passar pela origem dos espaços? E qual sua posição após 35s de movimento?

Retrógrado.  $t = 4s$ .  $s = -155m$

10. A equação horária  $S = 3 + 4 \cdot t$ , em unidades do sistema internacional, traduz, em um dado referencial, o movimento de uma partícula. No instante  $t = 3s$ , qual a posição da partícula?

$v = 4m/s$

11. Um trem de 200m de comprimento viaja a 10m/s. Qual o intervalo de tempo necessário para que este trem ultrapasse um poste que está ao lado da linha férrea?

$\Delta t = 20s$

12. Um veículo obedece a equação  $S = 20 - 4 \cdot t$ , em unidades do sistema internacional. Qual a posição do corpo, no instante  $t = 3,0s$ ?

$s = 8m$

13. Considere um corpo viajando a 40km/h. Nesta velocidade, suposta constante, qual a distância percorrida pelo móvel em 15 minutos?

$\Delta s = 10km$

14. Admitindo que um circuito tenha 5 km de extensão, e que uma corrida disputada neste tenha 78 voltas e que a média de velocidade das voltas é de 195km/h, em quanto tempo o piloto termina a corrida?

$\Delta t = 2h$

15. Dois carros partem de um mesmo lugar e viajam numa mesma direção e no mesmo sentido. Um deles faz o percurso com uma velocidade média de 70 km/h e o outro, com 80 km/h. No fim de 2,5h, qual a distância entre eles?

$\Delta s = 25km$

16. Supondo que dois carros tenham a mesma velocidade média (85 km/h) e viajem na mesma direção, porém sentidos opostos. Considere que os móveis partiram do mesmo ponto. No fim de 3h, qual é a distância entre eles?

$\Delta s = 510km$

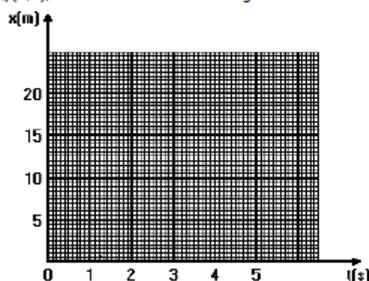
17. Um trem sai da estação de uma cidade, em percurso retilíneo, com velocidade constante de 50 km/h. Quanto tempo depois de sua partida deverá sair, da mesma estação, um segundo trem com velocidade constante de 75 km/h para alcançá-lo a 120 km da cidade?

a) 24 min b) 48 min c) 96 min d) 144 min e) 288 min.

18. Uma motocicleta com velocidade constante de 20m/s ultrapassa um trem de comprimento 100m e velocidade 15m/s. O deslocamento da motocicleta durante a ultrapassagem é:

a) 400m b) 300m c) 200m d) 150m e) 100m

19. O movimento de uma partícula efetua-se ao longo do eixo  $x$ . Num gráfico  $(x,t)$  desse movimento podemos localizar os pontos:  $P_0(25;0)$ ,  $P_1(20;1)$ ,  $P_2(15;2)$ ,  $P_3(10;3)$  e  $P_4(5;4)$ , com  $x$  em metros e  $t$  em segundos.



a) Explique o significado físico deste movimento.

b) Qual é o tipo de movimento?

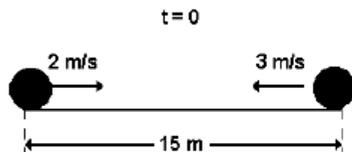
c) Deduza a equação horária do movimento com os coeficientes numéricos corretos.

a) o móvel desloca-se em sentido contrário à trajetória.

b) MRU retrógrado.

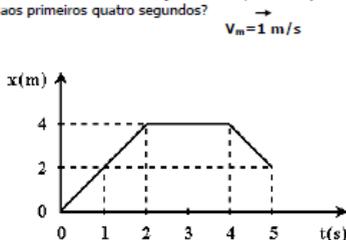
c)  $x = 25 - 5,0 t$

20. Duas bolas de dimensões desprezíveis se aproximam uma da outra, executando movimentos retilíneos e uniformes (veja a figura). Sabendo-se que as bolas possuem velocidades de 2m/s e 3m/s e que, no instante  $t=0$ , a distância entre elas é de 15m, podemos afirmar que o instante da colisão é:

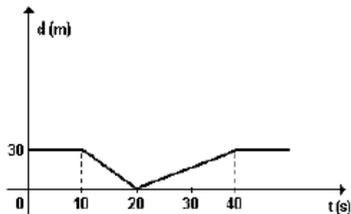


a) 1 s b) 2 s c) 3 s d) 4 s e) 5 s

21. O gráfico a seguir representa a posição em função do tempo de um objeto em movimento retilíneo. Qual a velocidade média do objeto, em m/s, correspondente aos primeiros quatro segundos?



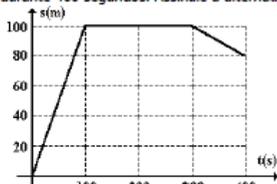
22. A posição de um corpo varia em função do tempo, de acordo com o gráfico a seguir.



Determine, DESCREVENDO passo a passo, os raciocínios adotados na solução das questões adiante:

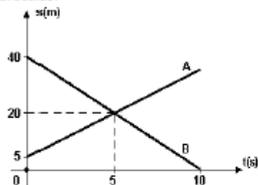
- a) a posição do corpo no instante 5 segundos;  
 b) a velocidade no instante 15 segundos;  
 c) a posição no instante 25 segundos.  
 a)  $s = 30 \text{ m}$    b)  $v = -3,0 \text{ m/s}$    c)  $s = 7,5 \text{ m}$

23. O gráfico a seguir ilustra a posição  $s$ , em função do tempo  $t$ , de uma pessoa caminhando em linha reta durante 400 segundos. Assinale a alternativa correta.



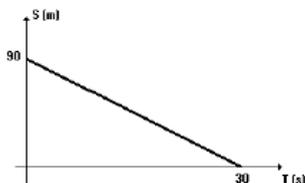
- a) A velocidade no instante  $t = 200\text{s}$  vale  $0,5\text{m/s}$ .  
 b) Em nenhum instante a pessoa parou.  
 c) A distância total percorrida durante os 400 segundos foi  $120\text{m}$ .  
 d) O deslocamento durante os 400 segundos foi  $180\text{m}$ .  
 e) O valor de sua velocidade no instante  $t=50\text{s}$  é menor do que no instante  $t=350\text{s}$ .

24. Duas partículas A e B movem-se numa mesma trajetória, e o gráfico a seguir indica suas posições ( $s$ ) em função do tempo ( $t$ ). Pelo gráfico podemos afirmar que as partículas:



- a) movem-se no mesmo sentido;  
 b) movem-se em sentidos opostos;  
 c) no instante  $t=0$ , encontram-se a  $40\text{m}$  uma da outra;  
 d) movem-se com a mesma velocidade;  
 e) não se encontram.

25. O gráfico a seguir representa o movimento de uma partícula.



- 1) Qual o tipo de movimento aqui representado?  
 2) Qual a posição inicial da partícula?  
 3) O que representa o instante  $t = 30\text{s}$ ?  
 4) O movimento em questão é progressivo ou retrógrado?  
 5) Qual a velocidade da partícula entre  $t=0$  e  $t=30\text{s}$ ?  
 1) Movimento uniforme  
 2)  $s_0 = 90 \text{ m}$   
 3) O instante no qual a partícula está na origem dos espaços  
 4) Retrógrado.  
 5)  $v = -3 \text{ m/s}$

## Referências Bibliográficas

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J.; Fundamentos da Física I. 4. ed. Ed. LTC, Rio de Janeiro: 1996.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. - Física 1 – Mecânica / Young e Freedman - 12ª ed. - Ed. Pearson. São Paulo, 2008.

TIPLER, PAUL A.; Física. 3. ed. Ed. LTC, Rio de Janeiro: 1995.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; Tópicos de Física 1. 21ed. Ed. Saraiva São Paulo:, 2012.

BONJORNO, J. R.; RAMOS, C. M.; Física 1. Ed. FTD São Paulo, 1992.

GONÇALVES, AURÉLIO; TOSCANO, CARLOS; Física, volume único. ED. Scipione, São Paulo, 2005.

LEZZI, GELSON. Matemática, volume 1. Ensino Médio. 2ª ed. Ed. Saraiva, 2014.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, Disciplinas Curriculares – Física, 1998.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física /Coord. Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2008.

SICILIANI, IGOR DORNRLLES SCHOELLER. Elaboração, aplicação e avaliação de um Curso Online Aberto e Massivo (MOOC) interdisciplinar entre Física e Matemática / Igor Dornelles SchoellerSiciliani; orientador, Marcelo H.R. Tragtenberg - Florianópolis, SC, 2016.

TRINDADE, JORGE A. Dificuldades na Aprendizagem de Física – Algumas Notas, 1986.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação: Lei n.º 9.394/1996 e demais alterações. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

BRASIL. MEC. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC/SEB/DICEI, 2013.

BRASIL. MEC. Edital de Convocação 4/2015-CGPLI. Processo de Inscrição e Avaliação de Obras Didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático - PNL D 2018. Brasília: MEC, 2015.

BRASIL. Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

REIS, Ueslei Vieira dos; REIS, José Claudio. Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 744-778, dez. 2016. ISSN 2175-7941

PUGLIESE, Renato Marcon; ZANETIC, João. O ensino de Física na sociedade do espetáculo: uma análise da implementação e do conteúdo em propostas curriculares. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 32-52, abr. 2015. ISSN 2175-7941.

BELLUCCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 30-59, nov. 2013. ISSN 2175-7941.

RICARDO, Elio Carlos; CUSTÓDIO, José Francisco; REZENDE JUNIOR, Mikael Frank. Comentários sobre as Orientações Curriculares de 2006 para o ensino da física. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 30, n. 2, p. 2401.1-2401.6, 2008.

REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda; FERRAZ, Gleice. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 31, n. 1, p. 1402.1-1402.8, abr. 2009.

MACEDO, Marcos Antonio Rodrigues. A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 4307-1-4307-5, dez. 2010.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Integração curricular por áreas com extinção das disciplinas no Ensino Médio: Uma preocupante realidade não respaldada pela pesquisa em ensino de física. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 1-8, mar. 2014.

OTERO, María Rita; ARLEGO, Marcelo; PRODANOFF, Fabiana. Proposta, análise e reformulação de uma sequência didática para o ensino da teoria da relatividade especial no Nível Médio. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 3401-1-3401-10, set. 2015.

ADMIRAL, Tiago Destéffani. Dificuldades conceituais e matemáticas apresentadas por alunos de física dos períodos finais. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 38, n. 2, e2502, 2016.