PROFISSÃO POLICIAL

Física

Professor Alexandre Monteiro

Física
Professor Alexandre Monteiro

Sumário

APRESENTAÇÃO **2**

1 CONCEITO INICIAIS DA CINEMÁTICA RETÍLINEA **4**

1.1 REFERENCIAL NA CINEMÁTICA 8

2 CLASSIFICAÇÃO DO MOVIMENTO **11**

2.1 PROGRESSIVO OU RETRÓGRADO 13
2.2 ACELERADO OU RETARDADO: 14

3 FÓRMULAS DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E MOVIMENTO RETILÍNEO INIFORMEMENTE VARIADO. 15

3.1 VELOCIDADE 19
3.2 VELOCIDADE MÉDIA 20
3.3 VELOCIDADE RELATIVA 21
3.4 ESPAÇO 25
3.5 TEMPO 25

4 GRÁFICOS NA CINEMÁTICA RETLÍNEA **28**

4.1 GRÁFICOS NO MRU 28
4.2 GRÁFICOS NO MRUV 29

5 QUEDA LIVRE **35**

5.1 QUANDO TEMOS GRAVIDADE IGUAL A 10 M/S^2 35

6 LANÇAMENTO VERTICAL **39**

7 LANÇAMENTO HORIZONTAL **43**

7.1 ABORDAGEM TEÓRICA 43
7.2 ABORDAGEM MATEMÁTICA 46

8 LANÇAMENTO OBLÍQUO **49**

8.1 ABORDAGEM TEÓRICA 49
8.2 ABORDAGEM MATEMÁTICA 52

9 QUESTÕES DE RENDIMENTO **55**

APRESENTAÇÃO

Fala, galera! Sou o professor Alexandre Monteiro. Para mim, é uma grande honra fazer parte da equipe do Profissão Policial que é uma equipe super engajada em passar o melhor conteúdo para a sua preparação rumo aos concursos policiais.

Sou formado em Geofísica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Cheguei a conquistar o título de Mestre em Geodinâmica e Geofísica pela UFRN, ou seja, tive 6 anos de vida acadêmica trabalhando muito com as matérias de exatas e, diante dessa minha experiência, tenho a missão de facilitar o seu aprendizado na Física para concursos policiais. Além de ministrar aulas e desenvolver trabalhos de mentoria na matéria de Física, também contribuo nas matérias de Matemática, Raciocínio Lógico-Matemático e Estatística para concursos públicos. Atualmente, tenho aprovações nos cargos de Agente da Polícia Civil de Santa Catarina, Agente e Escrivão da Polícia Civil da Paraíba e no cargo de Policial Judicial do Tribunal Regional do Trabalho da 19ª Região.

Essa será uma preparação super completa e ideal para quem quer aprender Física por completo e com um bom tempo de estudo. Essa matéria não é de fácil absorção. Nós teremos que nos dedicar juntos. Eu aqui direcionando você e fornecendo as informações necessárias para que você absorva todas as elas durante a sua preparação. Para isso, devemos ter a disciplina nos estudos e evoluir pouco a pouco na matéria.

Diante disso, tenho a plena convicção da responsabilidade de ensiná-lo uma das matérias mais difíceis. Tenho a consciência de que muitos não lembram ou não aprenderam Física de verdade durante o ensino médio. Eu pretendo passar tudo da maneira mais acessível possível, utilizando um linguajar acessível e conversar com você durante as aulas como um concurseiro, e não como professor. O meu objetivo é fazer você acertar as questões que estarão na sua futura prova.

Qualquer dúvida, você pode chegar no meu Instagram e conversar comigo. Estou à disposição. Para mim será um prazer contribuir ainda mais na sua preparação: @prof.alexandremonteiro.

CINEMÁTICA RETILÍNEA

1 CONCEITO INICIAIS DA CINEMÁTICA RETÍLINEA

Os nossos estudos começam com a definição sobre a Cinemática. Esse tópico do edital é super amplo e tudo pode ser alvo de cobrança. Vamos lá!

Cinemática: Estudo da Física que busca descrever o movimento. A descrição do movimento leva em consideração a trajetória do móvel bem como o comportamento da velocidade ao longo do tempo.

Quando um objeto está em movimento, isso já nos diz que a velocidade é diferente de zero, mas... qual é a trajetória que ele pode seguir? Bem... no mundo real, o corpo pode ter infinitas trajetórias, mas para os modelos da Física que poderão ser cobradas em prova, esse corpo pode ter trajetória retilínea ou curvilínea. Nessa Aula 1, vamos descrever o movimento em linha reta e o que podemos encontrar em questões. Na Aula 2, vamos estudar o movimento em curva, ok!?

Movimento Retilíneo: Em linha reta, o objeto pode ter movimento uniforme ou variado, e isso já nos oferece os tipos de movimento que vamos explorar daqui por diante:

Movimento Uniforme: a velocidade tem valor constante (exemplo: 80 km/h para qualquer tempo que você faça a medida);

Movimento Variado: a velocidade varia (exemplo: 50 km/h no tempo inicial da medida e depois de 3 segundos já está a 110 km/h).

O conceito de **velocidade** é bem intuitivo do nosso dia-a-dia, mas é importante deixar bem claro do que se trata:

$$v = \frac{variação\ do\ espaço}{tempo}$$

A variação do espaço (ou espaço percorrido) é a medida de comprimento que geralmente aparece na unidade de metros (m) ou quilômetros (km).

O tempo geralmente é dado em questões na unidade de segundos ou horas, mas também pode aparecer em minutos.

Com isso, podemos dizer que a velocidade avalia a taxa de variação do espaço percorrido em um certo tempo. A sua unidade é utilizada em metros por segundo ou quilômetros por hora.

Então, é bem simples de compreender quando a velocidade é constante, pois o móvel possui apenas um valor de velocidade e isso não vai mudar (movimento uniforme). Mas, no movimento variado, temos detalhes para analisar.

A velocidade no movimento variado pode variar de que forma? Essa variação obedece a um padrão? A variação é para mais ou para menos? São essas perguntas que devemos entender quando a questão descreve uma situação problema com seus respectivos quesitos. Vamos lá!

A variação da velocidade ao longo tempo é o que define **aceleração**. Esse parâmetro é importantíssimo na Física, pois está associado a vários tópicos do nosso edital.

$$a = \frac{variação\ da\ velocidade}{tempo}$$

A unidade usada em provas Cebraspe para aceleração é somente uma: metros por segundo ao quadrado (m/s^2). Essa unidade, portanto, mostra o quanto a velocidade está alterando ao longo do tempo.

Agora que sabemos uma noção dos parâmetros envolvidos na Cinemática (espaço, velocidade e aceleração), podemos concluir essa parte conceitual sobre os tipos de movimento em uma trajetória retilínea.

Nós já vimos que pode ser Movimento Uniforme ou Movimento Variado e que são caracterizados pela velocidade com valor constante ou variável, respectivamente.

No Movimento Uniforme, a velocidade é constante, ou seja, a velocidade não varia ao longo do tempo. Isso implica dizer que a aceleração é zero (ou nula - são termos

sinônimos para o nosso estudo). Isso caracteriza o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

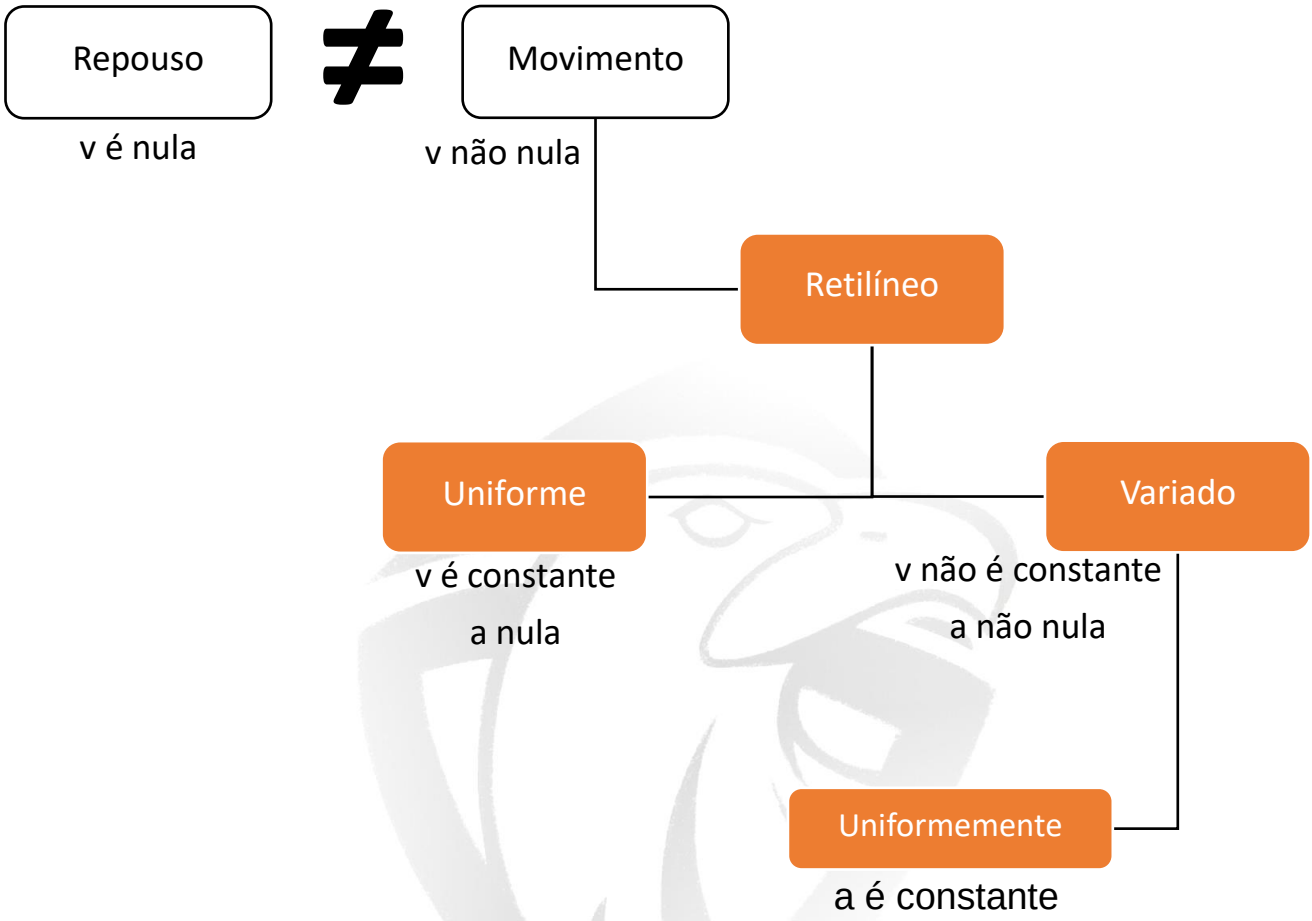
No Movimento Variado, já sabemos que a velocidade varia. No entanto, a variação da velocidade ao longo do tempo pode ser constante ou não, ou seja, a aceleração pode ser constante ou não. Se for constante, temos o movimento variado de forma uniforme, mais conhecido como Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

Caso a aceleração não seja constante, nós só podemos dizer o movimento é retilíneo e variado, mas não uniformemente variado. Dito de outra forma, o movimento será retilíneo e variado de forma não uniforme.

Em resumo, na Cinemática Retilínea, temos o MRU e MRUV:

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)
Velocidade tem valor constante	Velocidade tem valor variável
Aceleração é nula	Aceleração não é nula e tem valor constante

Além disso, podemos esquematizar isso:



Questão de Entendimento:

01 (CEBRASPE|2021|SEED-PR|PROFESSOR)

O movimento de um objeto é caracterizado.

a) somente pela sua trajetória.
b) pela sua trajetória e pelo valor da sua velocidade.
c) pela sua trajetória e pela evolução da sua velocidade ao longo do tempo.

d) unicamente pela evolução da sua velocidade ao longo do tempo.
e) somente pela sua velocidade.

Resolução

a) Não somente pela a trajetória. **ERRADA**

b) Pela trajetória sim, mas não especificamente pelo valor da sua velocidade. **ERRADA**

c) **O movimento de um objeto pode ser MRU ou MRUV. Essa classificação ocorre de acordo com a trajetória e como a velocidade se desenvolve ao longo do tempo. CERTA**

d) Não somente pela evolução da sua velocidade ao longo do tempo. **ERRADA**

e) O valor da velocidade não. **ERRADA**

1.1 Referencial na Cinemática

Na Física, tudo depende do referencial de análise. Todos os cálculos e descrições sobre observações depende de onde e como estamos olhando para a situação. Isso é bem filosófico, não é mesmo!? Essa parte é assim mesmo, mas vamos comentar aqui o essencial para a sua prova.

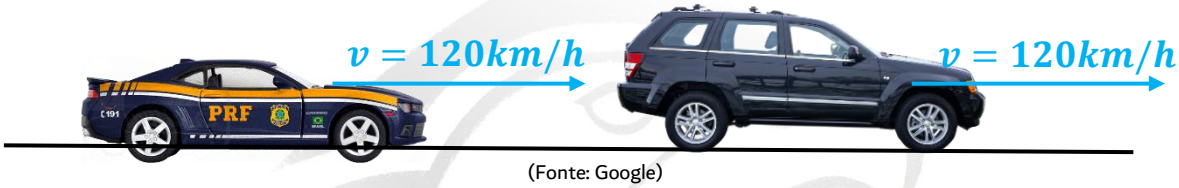
Veja os exemplos a seguir:

Situação 1: Suponha que você está observando a viatura da PRF passar pela rodovia a 80 km/h. Logo, o referencial de análise é você mesmo que está parado e vendo a PRF passar.

(Fonte: Google)

Situação 2: Agora, suponha que você está conduzindo a viatura da PRF a 120 km/h perseguindo outro veículo que desobedeceu a sua ordem de parada. Esse outro veículo também está a 120 km/h.

Perceba que se o referencial for você que está dentro da viatura, ambos estarão em repouso entre si, pois não há mudança na distância. Mas se o referencial for alguém que esteja assistindo essa perseguição, o movimento existirá. As setas, que representam o movimento dos veículos, são com base num referencial externo, ou seja, que não estão dentro dos veículos.



(Fonte: Google)

Na situação 1, observamos claramente que o veículo está em movimento. Mas na situação 2, essa conclusão depende do referencial adotado. Essa análise básica tem que ser compreendida por você. As questões abordam 99% das vezes com referencial externo, porém é possível o Cebraspe inovar com esse 1% de chance (esses percentuais são com base em critérios pessoais).

O referencial na Cinemática pode ter qualquer velocidade e aceleração, ou seja, não há restrição alguma para adotar um ponto de observação na descrição do movimento. Veremos que isso não acontece para o referencial da Dinâmica (mas vamos deixar para comentar mais sobre isso lá na frente, ok!?).

Em resumo, a depender do referencial adotado, podemos tirar conclusões diferentes sobre os valores do espaço, velocidade e aceleração bem como da trajetória percorrida. Vamos ver melhor sobre isso em questões. Fique tranquilo.

Interessante observar que nas questões Cebraspe, o referencial pode ou não ser representado nas figuras:

Quando o Referencial positivo não é definido em questões:

Observe o exemplo ao lado de questão ilustrada do Cebraspe de 2018. Nesse caso, note que está indicado para onde é o sentido do movimento. Esse sentido define o referencial adotado de forma implícita. A questão não diz isso de forma explícita, mas devemos adotar esse sentido para que os cálculos fiquem mais intuitivos, ou seja, que a gente tenha o entendimento do cálculo facilitado.

(Fonte: Cebraspe, 2018)

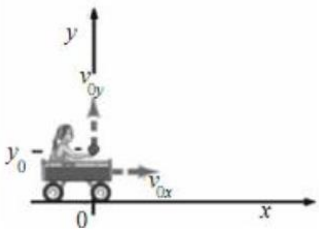
Os valores a serem obtidos podem ser positivos ou negativos e, para que a análise seja intuitiva, definimos como positivo o sentido para onde o móvel esteja indo. Se fosse considerado o referencial positivo dos vetores no sentido oposto ao movimento indicado na figura, nós iremos nos deparar com valores negativos para a velocidade e isso poderá gerar uma confusão na nossa análise.

É importante mencionar que não é errado definir o referencial de forma contrária ao movimento, mas a nossa intenção é facilitar a compreensão dos cálculos, beleza!?.

Observando a figura, se definirmos o sentido da velocidade do carro como o sentido positivo, os valores negativos que aparecerem no nosso cálculo indicarão que o vetor calculado está com o sentido contrário a esse movimento.

Quando o Referencial positivo é definido pela questão:

Veja esse outro exemplo (figura ao lado). Essa imagem foi extraída de uma questão Cebraspe de 2009. Veja que é uma figura bem mais completa, pois indica de forma expressa o sentido positivo para o eixo x (da esquerda para a direita) e para o eixo y (de baixo para cima).



(Fonte: Cebraspe,

Essa é a configuração mais avançada de questões, então esteja atento. Possíveis pegadinhas podem girar em torno disso.

Quando o examinador mostrar o referencial positivo dessa forma, os valores dos vetores serão indicados com o sinal positivo ou negativo, indicando se estão indo para o mesmo sentido indicado ou no sentido oposto. Nesse caso, os valores apresentados devem ser acompanhados do sinal positivo ou negativo.

Questão de Entendimento:

02 (CEBRASPE|2003|CBM-PA|SOLDADO)

Cinemática — que vem da palavra grega kínema e significa movimento — é uma área da Física que estuda os movimentos sem se preocupar com suas causas ou seus efeitos. Ela faz uma análise apenas descritiva do movimento, em que o referencial tem uma função importante. Tendo por referência a cinemática, julgue o item subsequente.

Em uma análise acerca do movimento ou repouso de um corpo, as conclusões dependem do referencial em relação ao qual a análise está sendo feita.

Resolução

Exatamente! Dependendo do referencial, podemos dizer se está em repouso ou em movimento. Tudo depende do referencial. **CERTA**

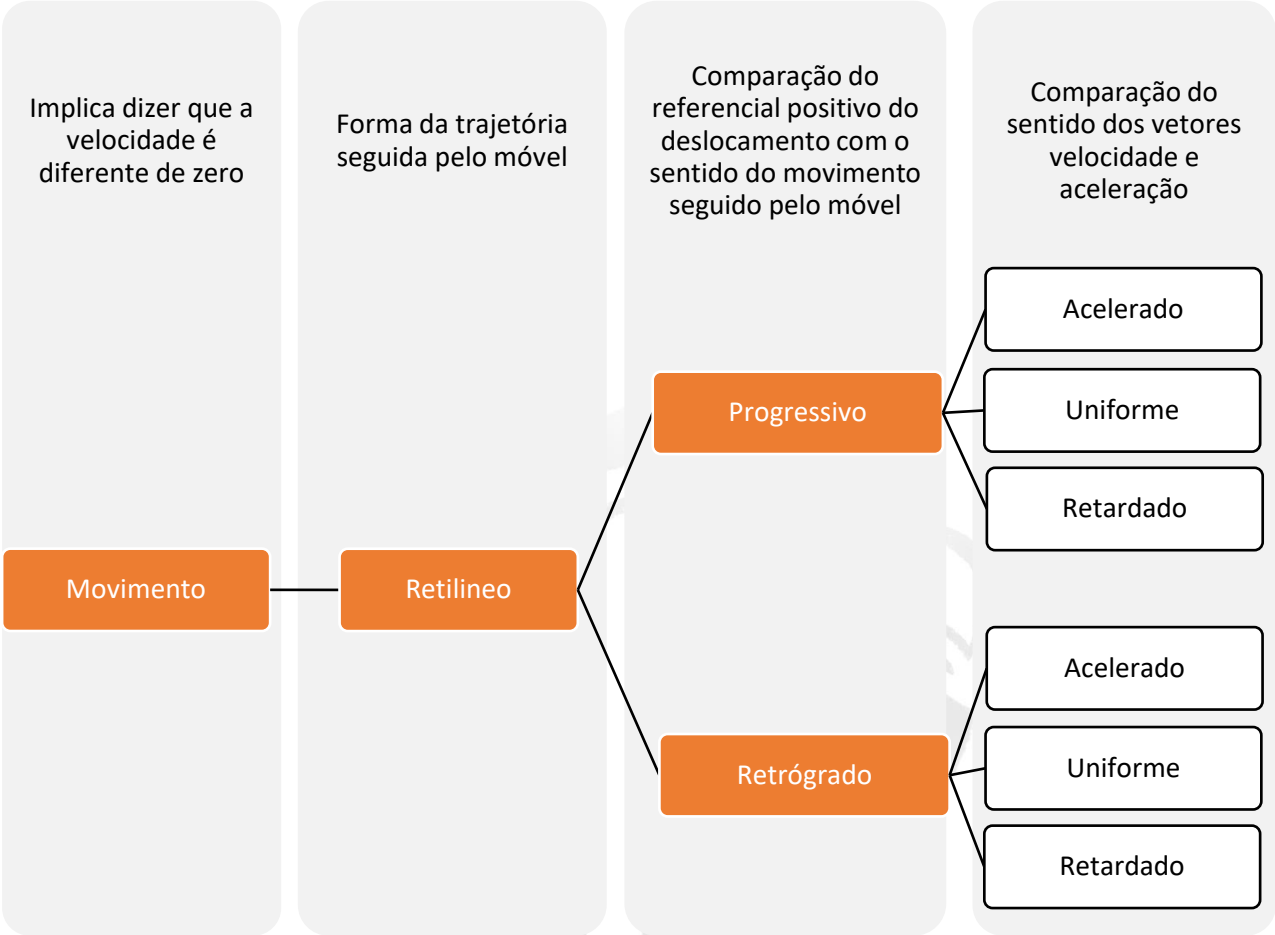
2 CLASSIFICAÇÃO DO MOVIMENTO

Podemos classificar o movimento em Progressivo ou Retrógrado e Acelerado ou Retardado (e até mesmo o Uniforme - velocidade constante).

A classificação quanto a Progressivo ou Retrógrado leva em consideração o referencial positivo adotado para, então, analisar a velocidade do móvel.

Já a classificação quanto a Acelerado ou Retardado baseia-se na comparação da orientação dos vetores velocidade e aceleração.

Entenda que podemos ter as seguintes combinações:



2.1 Progressivo ou Retrógrado

Nesse aspecto, um móvel pode estar a favor do sentido crescente do deslocamento ou contrário a esse. O primeiro caso define-se como progressivo e o segundo como retrógrado. Para cada tipo, o movimento pode ser acelerado, retardado ou até mesmo uniforme.

Movimento progressivo	Movimento retrógrado
O veículo está a favor do sentido crescente do deslocamento.	O veículo está contrário ao sentido crescente do deslocamento.
Obs: A classificação leva em consideração o referencial adotado para o sentido crescente do deslocamento e o compara com o vetor velocidade, que expressa o sentido do deslocamento do móvel.	

Essa classificação traz implicações no sinal no valor da velocidade: se o movimento for progressivo, a velocidade será indicada com sinal positivo; se for retrógrado, a velocidade será negativa. É importante frisar que a indicação do sinal se refere apenas ao sentido do vetor, ou seja, quando a questão Cespe perguntar a você se a velocidade vale 5 m/s (por exemplo), não tire as suas conclusões sobre o sinal do valor, mas apenas para o valor em si (em termos técnicos, você só deve olhar apenas para o módulo do vetor). A questão a seguir vai esclarecer toda essa ideia discutida:

2.2 Acelerado ou Retardado:

É importante frisar que a "taxa de variação do deslocamento" é sinônimo de "velocidade", e a "taxa de variação da velocidade" é o mesmo que "aceleração". Atenção para esses sinônimos, pois o examinador pode se aproveitar disso para confundir o candidato.

Velocidade	Taxa de variação do deslocamento	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
Aceleração	Taxa de variação da velocidade	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

Deve-se ter cuidado ao associar a definição teórica com a fórmula. A fórmula expressa o que está sendo escrito, mas é muito mais específico do que a teoria. A fórmula indica que média desses valores ao longo da medida dentro de um intervalo de tempo determinado no caso. A descrição teórica já é mais abrangente e serve para qualquer tipo de situação.

A fórmula da velocidade $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ estará adequadamente empregada se o caso envolver um movimento retilíneo uniforme, em que a velocidade é a própria velocidade média. Já a fórmula da aceleração $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ estará adequadamente emprega no caso do movimento retilíneo uniformemente variado, em que a aceleração é a própria aceleração média. Em resumo, ambas as fórmulas tratam da média das medidas dos respectivos parâmetros.

Para saber se o movimento é acelerado ou retardado (ou desacelerado), nós comparamos os vetores velocidade e aceleração. Nessa comparação, os vetores devem estar na mesma direção. Diante disso, se os vetores velocidade e aceleração estiverem no mesmo sentido, tem-se o movimento acelerado. Se estiverem em sentidos opostos, tem-se o movimento retardado.

Movimento acelerado	Movimento retardado
Os vetores velocidade e aceleração possuem o mesmo sentido.	Os vetores velocidade e aceleração possuem os sentidos opostos.
Obs: A classificação compara os vetores velocidade e aceleração.	

O movimento uniforme é classificado quando não há variação do valor da velocidade, ou seja, quando a aceleração é igual a zero (vetor aceleração é nulo).

Veja no esquema a seguir o esquema dessas observações. Perceba que os sentidos iguais ou contrários são definidos quando eles possuem o mesmo sinal (positivo ou negativo, ou seja, maior que zero ou menor que zero, respectivamente).

A aceleração positiva ($a > 0$) será acelerado quando a velocidade for positiva também ($v > 0$), ou seja, quando o movimento for progressivo. Já a aceleração negativa ($a < 0$) será acelerado quando a velocidade for também negativa ($v < 0$), ou seja, quando o movimento for retrógrado. Esse raciocínio também vale de forma análoga para tirar as conclusões quanto ao movimento retardado.

3 FÓRMULAS DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E MOVIMENTO RETILÍNEO INIFORMEMENTE VARIADO.

Agora, nós vamos aprender as fórmulas que são utilizadas para cada situação em questões Cebraspe. É muito importante que você entenda como, quando e qual fórmula deve ser utilizada de forma a otimizar a resolução.

Saiba que há mais de uma maneira de resolver as questões de MRU e MRUV, porém tem uma que é mais viável: seja porque o cálculo é mais simples e direto ou porque você tem mais intimidade ou facilidade de resolver por um certo caminho. Nesse pdf, nós vamos mostrar esses caminhos para que você entenda e compreenda tudo.

Calma, isso não vai complicar a sua cabeça. Garanto que será muito bem explicado. Na minha opinião, é importante que o aluno conheça essas variações, pois, dessa forma, você estará preparado para qualquer tipo de questão.

Vamos nessa!?

Primeiramente, observe as características resumidas sobre cada tipo de movimento retilíneo:

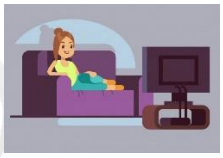
Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)
v é constante	v varia (não é constante)
$a = 0$ ou a é nula	$a \neq 0$ e a é constante
Obs$_1$: Não esperamos ter na fórmula dois valores para velocidade (velocidade inicial e final). Teremos apenas um valor de velocidade (v) que é o próprio valor da velocidade média.	Obs$_1$: Esperamos ter na fórmula dois valores para velocidade (velocidade inicial e final). A velocidade média poderá ser obtida pela média aritmética entre elas.
Obs$_2$: Não esperamos ter aceleração (a) na fórmula.	Obs$_2$: Esperamos ter aceleração (a) na fórmula e ela é importantíssima em questões.

Essas foram observações já tomadas na Aula 01. Mas, agora, preste atenção as fórmulas a seguir. Você deve lembrar delas lá do seu ensino médio:

Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)
$s = s_o + vt$	$s = s_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$
	$v = v_o + at$
	$v^2 = {v_o}^2 + 2a\Delta s$

Olhando assim, chega dá um desespero de tanto símbolo. Para facilitar, vamos atribuir com analogias/ macetes/ bizus. Segue a baixo algumas ideias para que você possa lembrar de forma mais fácil dessas fórmulas:

MRU	Analogia/ Macete/ Bizu	Figura
$s = s_o + vt$	Sorvete	

MRUV	Analogia/ Macete/ Bizu	Figura
$s = s_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$	Sentado no sofá, vi televisão até meia-noite.	
$v = v_o + \mathrm{a}t$	Vi você à toa.	
$v^2 = {v_o}^2 + 2\mathrm{a}\Delta\mathrm{s}$	Vovô buscou vovó e 2 amigas dela	

Mas, de qualquer modo, você deve saber o que significa cada parâmetro nas fórmulas. Então, vamos a elas.

Primeiramente, para o MRU:

MRU	Descrição	
$s = s_o + vt$	s	Espaço inicial ou posição inicial do objeto.
	s_o	Espaço final ou posição final do objeto.
	v	Velocidade do objeto (valor único) que é a própria velocidade média.
	t	Tempo percorrido para deslocar do espaço inicial ao final.

Agora para o MRUV:

MRUV	Descrição	
$s = s_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$	s	Espaço inicial ou posição inicial do objeto.
	s_o	Espaço final ou posição final do objeto.
	v_o	Velocidade inicial do objeto. Não é a velocidade média.
	a	Aceleração do móvel (tem valor único, constante, uniforme).
	t	Tempo percorrido para deslocar do espaço inicial ao final.

MRUV	Descrição	
$v = v_o + at$	v	Velocidade final do objeto. Pode ser maior ou menor que v_o.
	v_o	Velocidade inicial do objeto.
	a	Aceleração do móvel (tem valor único, constante, uniforme).
	t	Tempo percorrido para deslocar do espaço inicial ao final.

MRUV	Descrição	
$v^2 = {v_o}^2 + 2a\Delta s$	v	Velocidade final do objeto. Pode ser maior ou menor que v_o.
	v_o	Velocidade inicial do objeto.
	a	Aceleração do móvel (tem valor único, constante, uniforme).
	Δs	Espaço percorrido entre as velocidades inicial e final.

Espero que você tenha feito uma leitura bem rápida sobre as fórmulas. Não se preocupe em decorar tudo agora. O momento para armazenar tudo isso na cabeça é quando for fazer as questões. Esse é o único momento que você realmente decora. Não se iluda de ir por outro caminho. Faça as questões!!!

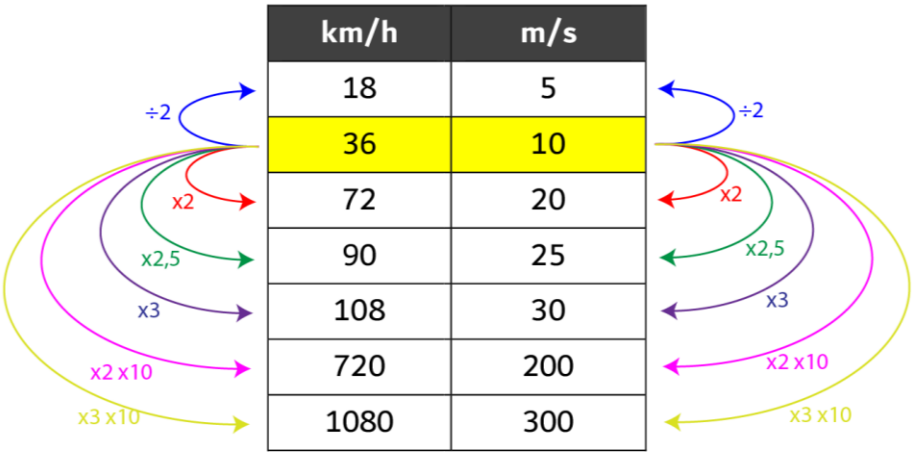
Além disso, é importante saber como transformar as unidades para cada parâmetro descrito. Essa parte é muito importante. Você deve consultar as informações a seguir na hora da resolução das questões.

3.1 Velocidade

Segue a baixo uma tabela em que você pode preenche-la por Regra de Três Simples de relação diretamente proporcional. Sabendo que 30 km/h equivale a 10 m/s, você é capaz de obter qualquer valor de velocidade. Mas a tabela mostra aquelas mais importantes de prova:

km/h	m/s
18	5
36	10
72	20
90	25
108	30
720	200
1080	300

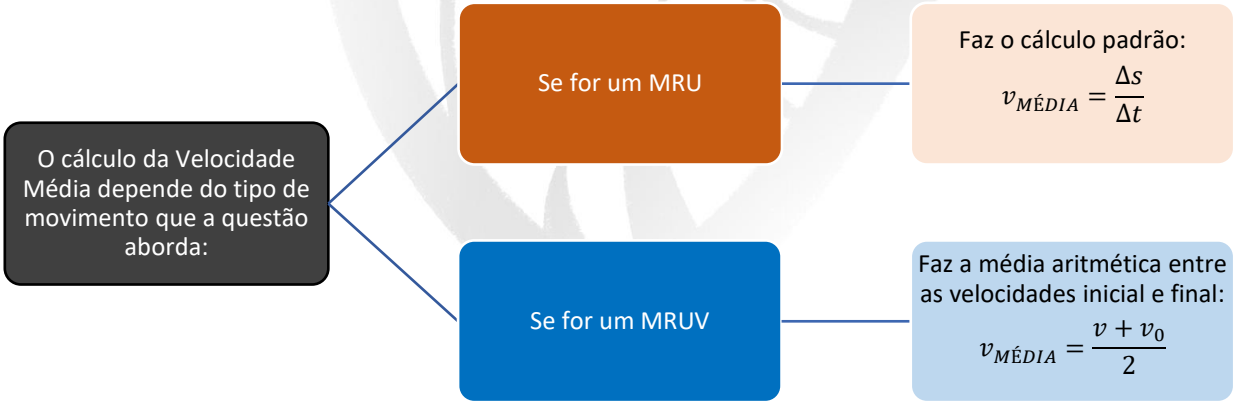
A Regra de Três Simples com relação direta segue a ideia de que se você multiplica um lado do valor por um número, o outro valor associado também será multiplicado por esse número. Veja o detalhe para cada cálculo feito, sabendo que 36 km/h = 10 m/s.



km/h	m/s
18	5
36	10
72	20
90	25
108	30
720	200
1080	300

3.2 Velocidade Média

O cálculo da velocidade média pode ser aplicado tanto para o MRU quanto para o MRUV. Para cada caso, é aconselhável que você utilize apenas uma fórmula para cada:



É importante você saber que a fórmula da velocidade média para o MRU também pode ser aplicada para o MRUV e vice-versa. No entanto, grave essa diferença de aplicação, pois é assim que é exigido em provas.

Questão de Entendimento:

03 (CEBRASPE|2011|CBM-DF|SOLDADO)

Se um veículo, trafegando em uma rodovia, percorrer 225 km em 2 horas e 15 minutos, então, nesse percurso, a sua velocidade média será de 100 km/h.

Resolução

Pela fórmula geral da velocidade média, podemos chegar ao resultado.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$v = \frac{225\,km}{2h \text{ e } 15\,min.}$$

PELO RELÓGIO DE PONTEIRO

$\frac{1}{4}h = 0{,}25h$

$$v = \frac{225\,km}{2 + 0{,}25\,h}$$

$$v = \frac{225\,km}{2{,}25h}$$

$$\boxed{v = 100\,km/h}$$

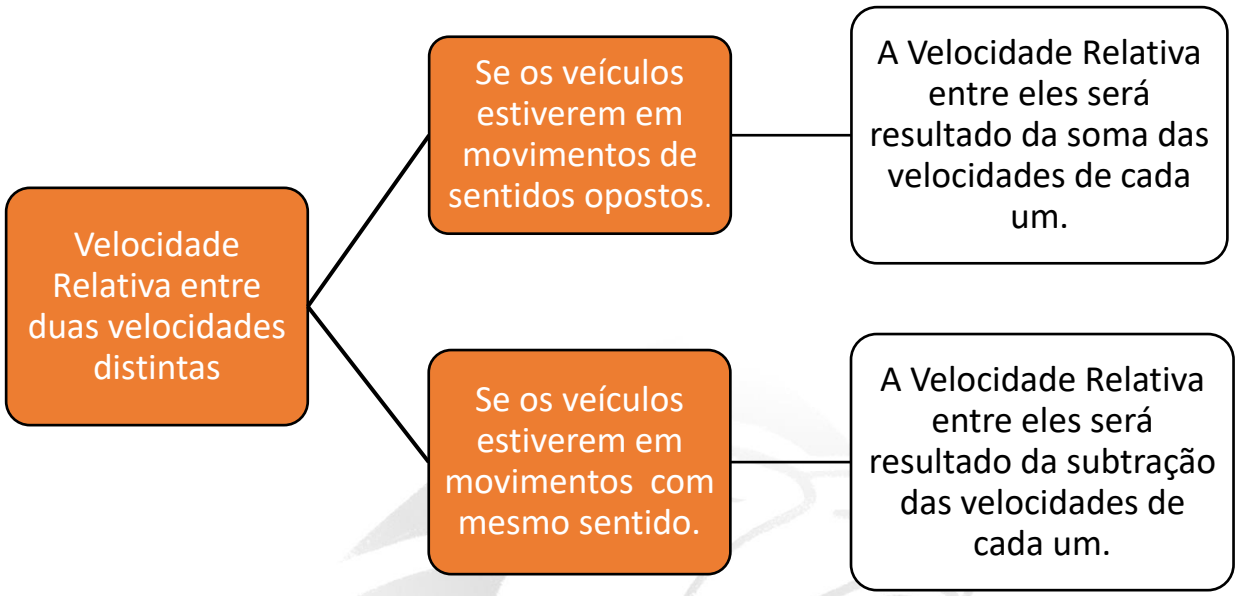
Veja que durante a resolução, foi necessário transformar os 15 minutos em horas para o tempo que o cálculo final ficasse na unidade de horas

CERTO

3.3 Velocidade Relativa

Geralmente, nós fazemos as medições de velocidade com base no observador externo parado (lembra da discussão sobre referenciais na Cinemática?). O assunto sobre velocidade relativa aparece quando você tem dois veículos com velocidades distintas e então procura-se obter relações sobre o movimento entre si (você vai compreender melhor isso nas questões).

Observe o esquema:



Diante disso, você pode resolver o seguinte exemplo didático.

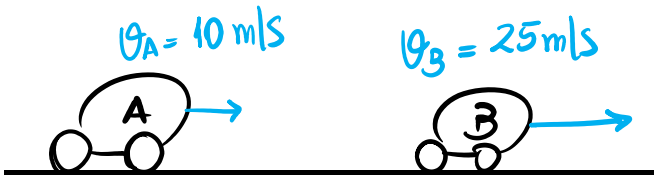
<u>Exemplo didático:</u> Dois veículos A e B estão seguindo por uma estrada retilínea com velocidades $v_a = 10\,m/s$ e $v_b = 25\,m/s$. Considere que ambos estejam em movimento uniforme. Diante disso, julgue os itens a seguir.

Se os veículos A e B estiverem em sentidos opostos, a velocidade relativa entre eles será de 35 m/s.

$$v_{RELATIVA} = \underbrace{v_A + v_B}_{\text{SOMA AS VELOCIDADES, POIS ESTÃO EM SENTIDOS OPOSTOS!}} \quad \therefore \quad v_R = 10 + 25 = \underline{35\,m/s}$$

GAB: CERTO

Se os veículos A e B estiverem no mesmo sentido, então a velocidade relativa entre eles será de 15 m/s.



$$v_{RELATIVA} = \underbrace{v_B - v_A}_{\text{SUBTRAI AS VELOCIDADES, POIS ESTÃO NO MESMO SENTIDO!}} \quad \therefore \quad v_R = 25 - 10 = \underline{15 \text{ m/s}}$$

GAB: CERTO

Obs: o valor da velocidade relativa sempre fica positivo, pois é uma mera relação de velocidade de um veículo em relação ao outro, não sendo definido por referencial algum.

Questão de Entendimento:

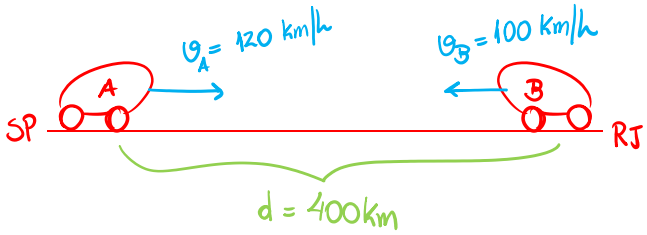
03 (CEBRASPE|2011|CBM-DF|SOLDADO)

Suponha que, simultaneamente, um carro parta de São Paulo para o Rio de Janeiro com velocidade constante de 120 km•h-1, e outro, do Rio de Janeiro para São Paulo com a velocidade constante de 100 km•h-1, ambos seguindo pela mesma estrada. Com base nessas informações e sabendo que a distância entre São Paulo e Rio de Janeiro é de 400 km, julgue o próximo item.

Os carros deverão se encontrar após 1 hora e 49 minutos.

Resolução

Diante do cenário descrito no enunciado, observamos a necessidade de aplicarmos o conceito de Velocidade Relativa (v_R):



$$v_R = v_A + v_B$$
$$v_R = 120 + 100 = 220 \text{ km/h}$$

Perceba que a velocidade relativa será resultado da soma das velocidades, pois os veículos estão em sentidos opostos.

Ok! Então, agora, vamos fazer aplicar a fórmula da velocidade:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \therefore 220 = \frac{400}{t} \therefore t = \frac{400}{220}$$

$$\boxed{t \cong 1{,}82 \text{ hora}}$$

Com esse tempo, temos 1 hora inteira mais 0,82 de hora. Diante disso, vamos conferir esse valor em minutos:

1 hora — 60 min
0,82 — x

$$x = 60 \cdot 0{,}82$$
$$\boxed{x = 49{,}2 \text{ minutos}}$$

Com isso, temos o tempo total de 1 hora e 49,2 minutos. Isso e superior a 1 hora e 49 minutos.

CERTO

3.4 Espaço

Em provas do Cebraspe, geralmente são cobradas as seguintes transformações:

- de quilômetros para metros e vice versa;

De	Para	Fator de multiplicação
km	m	10^3 ou 1000
m	km	10^{-3} ou 0,001

- de metros para centímetros e vice versa.

De	Para	Fator de multiplicação
m	cm	10^2 ou 100
cm	m	10^{-2} ou 0,01

Muito embora essas sejam as transformações mais comuns, é importante entender que o fator de multiplicação está relacionado com a quantidade de casas decimais que a vírgula "andou" (sugiro que veja o vídeo da aula para entender esse raciocínio).

3.5 Tempo

Você precisa saber como transformar as horas em minutos ou em segundos, pois o Cebraspe adora isso. Perceba a seguir o esquema e, logo depois, procure compreender pelo exemplo didático.

Sabemos que 1 hora tem 60 minutos e que 1 minuto tem 60 segundos. Baseado nisso, a tabela a seguir foi montada esquematizando todos os tipos de transformações entre as unidades de horas, minutos e segundos.

Horas	Minutos	Segundos
1	60^1	60^2
60^{-1}	1	60^1
60^{-2}	60^{-1}	1

<u>Exemplo didático:</u> Considere que um veículo faça uma viagem de Natal para Fortaleza em 7 horas e 25 minutos. Esse tempo total de viagem corresponde ao tempo de abastecimento com o tempo de efetivo deslocamento na estrada. Sabendo que houve 2 paradas para abastecimento, uma de 25 minutos e outra de 15 minutos, o tempo de estrada nessa viagem igual a 6,75 horas?

TEMPO TOTAL DE VIAGEM = TEMPO DE ESTRADA + TEMPO DE ABASTECIMENTO

7h e 25 min = t + 25 min + 15 min

t = 7h e 25 min − 25 min − 15 min

t = 6h e 45 minutos

COMO TRANSFORMAR EM HORAS ?

→ POR REGRA DE TRÊS

MINUTOS	HORAS
60	1
45	x

$x = \frac{45}{60} = \frac{3}{4} = 0{,}75\ h$

ENTÃO

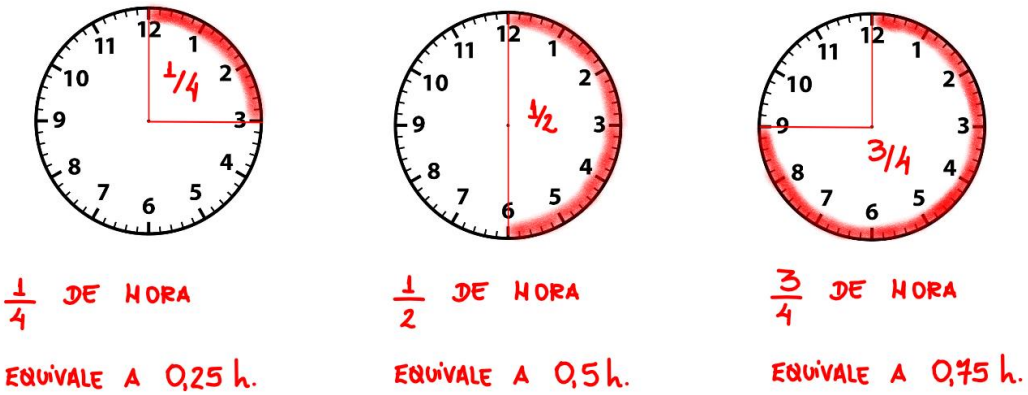
TEMPO DE ESTRADA FOI DE 6,75 h

GAB: CERTO

Veja que utilizamos a tabela para a transformação de minutos para horas, dizendo que 60 minutos equivale a 1 hora. Encontramos o valor de 0,75 horas e, então, somamos com as 6 horas já encontradas totalizando em 6,75 horas.

No entanto, tem um jeito mais fácil de visualizar essa transformação dos 45 minutos em horas: pelo relógio de ponteiro (se você não tem afinidade com relógio de ponteiro, esse esquema pode não ser muito vantajoso para você no primeiro momento, mas, ainda assim, recomendo fortemente que aprenda a ter essa visão diferenciada).

No relógio de ponteiro, percebemos claramente que 15 minutos equivale a ¼ de horas; 30 minutos equivale a ½ de hora e 45 minutos são ¾ de hora. Veja:



Utilizando esse raciocínio, você é capaz de fazer a transformação (de 45 minutos para horas) de cabeça. Esse esquema será o diferencial para o seu rendimento no dia da prova.

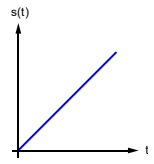
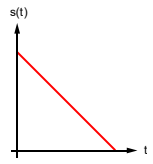
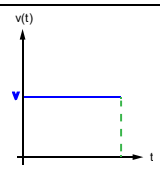
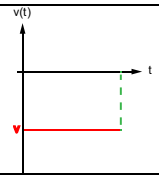
4 GRÁFICOS NA CINEMÁTICA RETLÍNEA

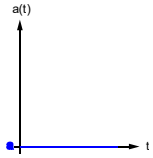
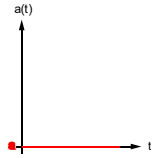
4.1 Gráficos no MRU

Primeiramente, veja o que temos para cada parâmetro:

MRU		
Parâmetro	Definição para o gráfico	Características do gráfico
Deslocamento (s)	$s = s_o + vt$	Função do 1º É uma reta inclinada
Velocidade (v)	v é constante Movimento uniforme	Função constante É uma reta na horizontal Não está sob o eixo do tempo
Aceleração (a)	a é nula a é igual a zero $a = 0$	Função zero e constante É uma reta na horizontal Está sob o eixo do tempo

Para compreender melhor, vamos analisar as figuras dos gráficos e as possíveis classificações em progressivo ou retrógrado. Lembre-se que aqui, no MRU, o movimento é uniforme, ou seja, não pode ser acelerado nem retardado.

MRU			
Parâmetro	Definição para o gráfico	Classificação do Movimento	
		PROGRESSIVO ($v > 0$)	RETRÓGRADO ($v < 0$)
Deslocamento (s)	$s = s_o + vt$		
Velocidade (v)	v é constante Movimento uniforme		

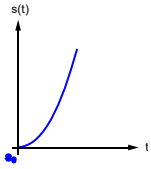
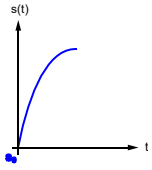
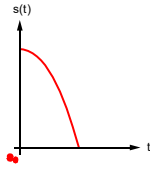
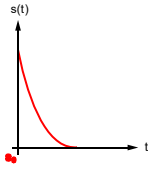
Aceleração (a)	a é nula a é igual a zero $a = 0$		

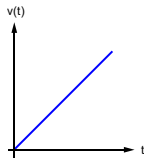
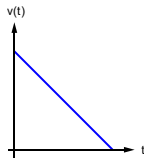
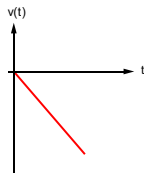
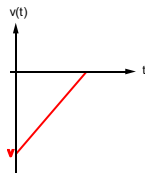
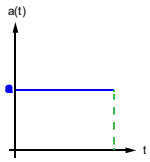
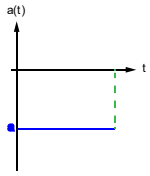
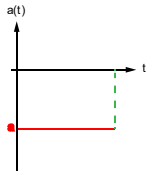
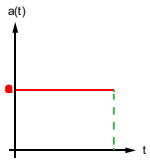
4.2 Gráficos no MRUV

Sobre os parâmetros:

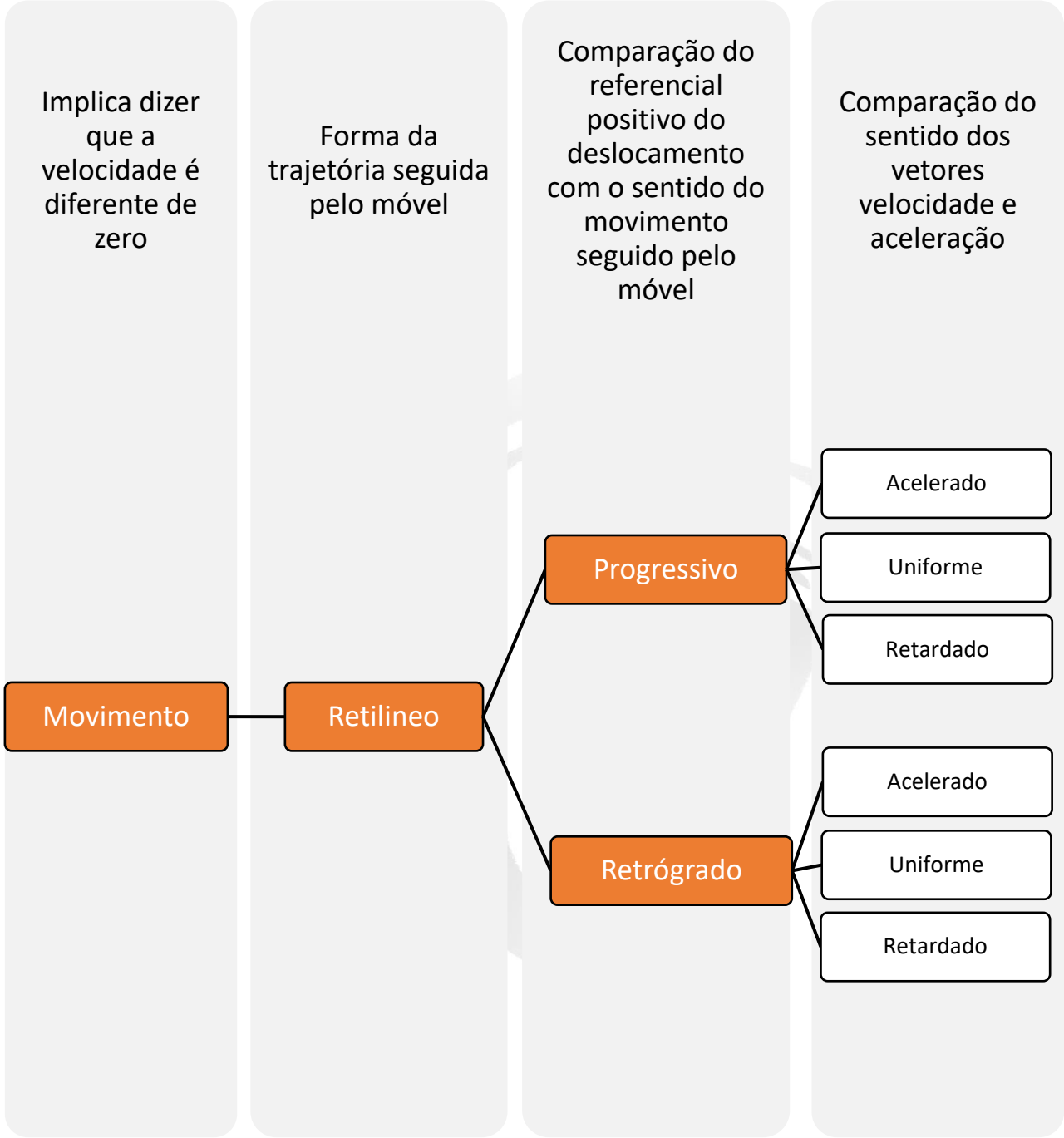
MRUV		
Parâmetro	Definição para o gráfico	Características do gráfico
Deslocamento (s)	$s = s_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$	Função do 2º É uma parábola de concavidade para cima ou para baixo.
Velocidade (v)	$v = v_o + at$ Movimento é variado	Função do 1º É uma reta inclinada
Aceleração (a)	a é constante A variação do movimento é uniforme	Função constante É uma reta na horizontal Não está sob o eixo do tempo

Agora as figuras:

MRUV					
Parâmetro	Definição para o gráfico	Classificação do Movimento			
		PROGRESSIVO ($v > 0$)		RETRÓGRADO ($v < 0$)	
		Acelerado ($a > 0$)	Retardado ($a < 0$)	Acelerado ($a < 0$)	Retardado ($a > 0$)
Deslocamento (s)	$s = s_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$				

Velocidade (v)	$v = v_o + at$ Movimento é variado				
Aceleração (a)	a é constante A variação do movimento é uniforme				

Perceba que, dessa vez, além de classificar o movimento como progressivo e retrógrado, podemos classificar como acelerado ou retardado para ambos.


Implica dizer que a velocidade é diferente de zero
Forma da trajetória seguida pelo móvel
Comparação do referencial positivo do deslocamento com o sentido do movimento seguido pelo móvel
Comparação do sentido dos vetores velocidade e aceleração
Movimento
Retilineo
Progressivo
Retrógrado
Acelerado
Uniforme
Retardado
Acelerado
Uniforme
Retardado

Lembre-se das regras para a classificação de cada movimento:

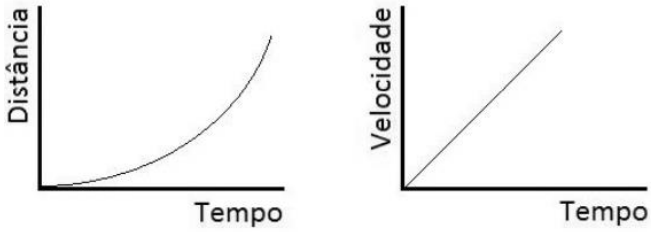
Movimento progressivo	Movimento retrógrado
O veículo está a favor do sentido crescente do deslocamento.	O veículo está contrário ao sentido crescente do deslocamento.
Obs: A classificação leva em consideração o referencial adotado para o sentido crescente do deslocamento e o compara com o vetor velocidade, que expressa o sentido do deslocamento do móvel.	

Movimento acelerado	Movimento retardado
Os vetores velocidade e aceleração possuem o mesmo SENTIDO.	Os vetores velocidade e aceleração possuem o SENTIDOS opostos.
Obs: A classificação compara os vetores velocidade e aceleração.	

Questão de Entendimento:

03 (CEBRASPE|2012|ANAC)

Considerando que os gráficos abaixo representam movimentos de um corpo e que a curva da distância com o tempo tenha a forma de uma parábola, é correto afirmar que ambos correspondem ao mesmo movimento.



Resolução

Para analisar se o gráfico sxt está em sincronismo com o gráfico vxt, devemos analisar vários aspectos. Vamos enumerar esses detalhes.

Verificar de correspondem ao mesmo tipo de movimento (MRU ou MRUV).

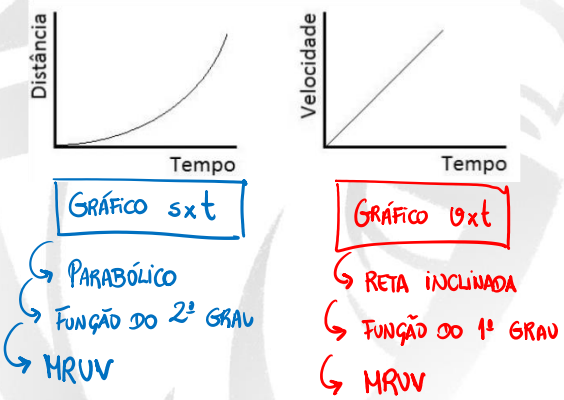
Verificar se ambos correspondem a um movimento progressivo e/ou retrógrado nos mesmos intervalos de tempo.

Verificar se ambos correspondem a um movimento uniform, acelerado ou retardado nos respectivos intervalos de tempo.

Se for MRUV, verificar se a velocidade nula acontece no mesmo tempo.

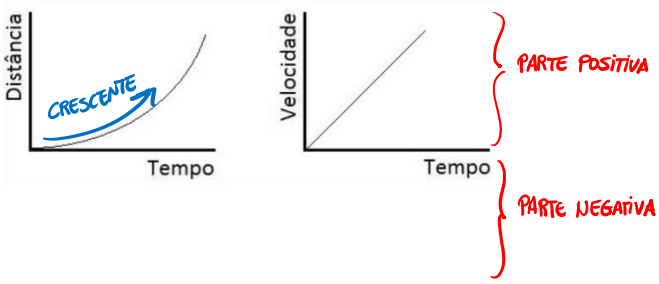
Diante disso, podemos averiguar cada tópico:

Verificar de correspondem ao mesmo tipo de movimento (MRU ou MRUV).



Analisando as características dos gráficos, percebe-se que ambos correspondem a um MRUV.

Verificar se ambos correspondem a um movimento progressivo e/ou retrógrado nos mesmos intervalos de tempo.



Veja que o gráfico sxt tem forma parabólica com o lado crescente. Isso indica que o movimento é progressivo. Caso fosse decrescente, seria retrógrado. Lembrando que não importa o formato do gráfico (reta ou parbólica).

Agora, o gráfico vxt está aparecendo somente com valores positivos. A parte negativa não tem valores. Diante disso, como $v > 0$, então o movimento é progressivo também.

Verificar se ambos correspondem a um movimento uniforme, acelerado ou retardado nos respectivos intervalos de tempo.

Diante da combinação entre velocidade e aceleração, temos que em ambos os gráficos o movimento é acelerado.

5 QUEDA LIVRE

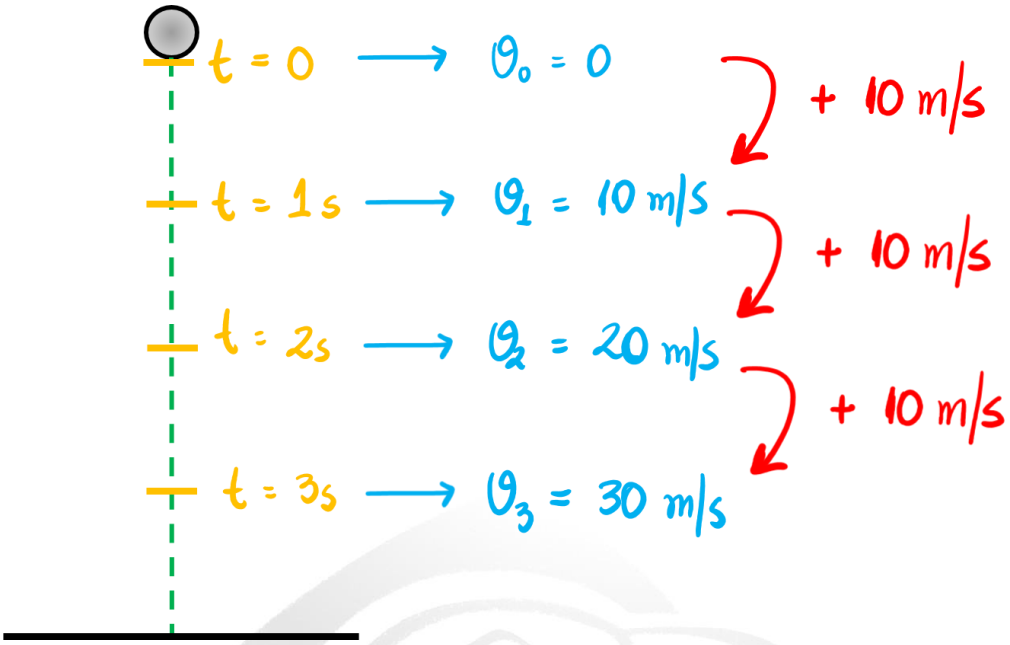
Nesse assunto de queda livre, temos que ter em mente que para a queda ser livre, o corpo deve estar livre de forças externas. Em outras palavras, o corpo cai sob ação única da aceleração gravitacional (que é oriunda da força gravitacional que é voltado para baixo em direção ao centro da Terra ou planeta considerado). Além disso, a velocidade inicial é nula.

O esquema da evolução do movimento que o corpo tem com o passar do tempo deve ser decorado ou compreendido nos seus primeiros 3 segundos (minha recomendação para prova). No entanto, você perceberá que o raciocínio é tão fácil que você será capaz de saber os valores até cansar de somar, multiplicar e dividir por 2 (kkkk...).

Veja e entenda o que estou falando:

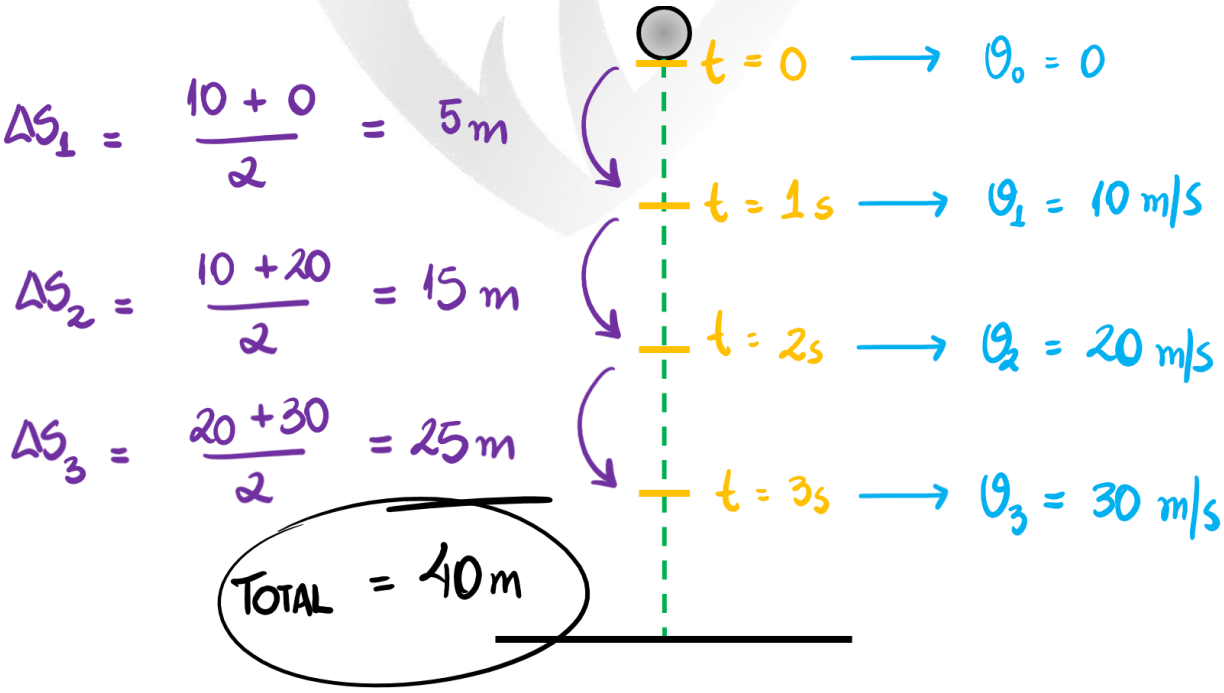
5.1 Quando temos gravidade igual a 10 m/s²

Aqui nós temos o caso mais comum em provas, em que a aceleração define que o corpo varia a sua velocidade em 10 m/s a cada 1 segundo que passa. Então, com a velocidade inicial sendo igual a zero, no 1º segundo que passa a velocidade vai para 10 m/s. Depois, com o passar de mais 1 segundo (indo para 2 segundos) a velocidade vai para mais 10 m/s (agora está em 20 m/s). E mais 1 segundo depois (agora nos 3 segundos após o início da queda livre) a velocidade será 30 m/s (coloca na conta mais 10 m/s para a velocidade). E assim podemos ir até o infinito.



Depois disso, outra coisa importante de saber é como encontrar o espaço percorrido ao longo da queda livre. Para isso, nós vamos abrir um parêntese aqui para falar sobre o assunto sobre gráficos:

Sabendo disso, podemos completar o nosso esquema da queda livre com os espaços percorridos a cada 1 segundo do movimento.



Diante disso, podemos até descobrir o espaço percorrido total mediante a soma de todos os espaços calculados a cada segundo.

Note que há um padrão para as velocidades que aumentam de 10 em 10, começando do zero. Também há um padrão para os espaços percorridos a cada 1 segundo que aumenta de 10 em 10, começando com 5 metros. Esse padrão não é por acaso. Tudo isso é devido a força gravitacional que propicia a aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 e que, por sua vez, caracteriza o movimento sendo MRUV.

Se você compreendeu tudo o que foi dito até aqui, considere-se um vitorioso, pois de agora em diante, tudo fará mais sentido.

Questão de Entendimento:

04 (CEBRASPE|2014|CBM-CE|SOLDADO)

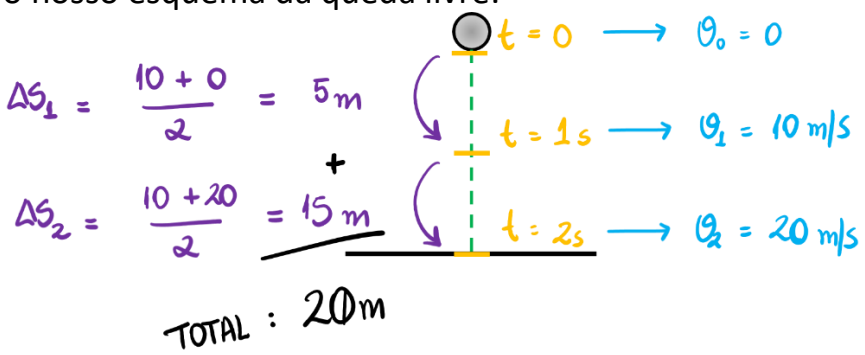
Nas operações de salvamento de vítimas de afogamento, nadadores de resgate necessitam saltar de um helicóptero diretamente na água. Em uma operação de salvamento, t segundos após o salto, h(t) = 20 - 5t^2, em metros, descreve a altura em que se encontra o nadador de resgate acima da água no instante t; v(t) = - 10t, em metros por segundo, descreve a velocidade do nadador em queda livre no instante t.

No que se refere a essa situação hipotética, julgue o item a seguir.

O valor absoluto da velocidade com que o nadador de resgate atinge a água é superior a 19 m/s.

Resolução

Vamos usar o nosso esquema da queda livre:



Observamos que o tempo total de queda é de 2 segundos, pois assim a distância total percorrida é igual a 20 metros. Esse valor corrobora com o enunciado da questão: “, h(t) = 20 - 5t^2, em metros, descreve a altura em que se encontra o nadador de resgate acima da água no instante t”. A fórmula informa que a altura inicial é igual a 20 metros (compreendeu? Veja abaixo).

$$h(t) = \boxed{20} - \boxed{5}t^2$$

$$s = \boxed{s_0} + \cancel{v_0 t}^{\,0} + \boxed{\frac{1}{2}a}t^2$$

A ALTURA INICIAL É IGUAL A 20m → OU SEJA, O NADADOR, DURANTE A QUEDA PERCORREU 20m ATÉ ATINGIR A ÁGUA.

Agora que compreendemos que o nadador percorre 20 metros, o nosso esquema da queda livre fica autoexplicativo quando mostramos que, no tempo de 2 segundos, o objeto percorre uma distância total de 20 metros.

Desse modo, a velocidade final será 20 m/s. Isso é superior a 19 m/s.

Gabarito: Certo

Uma outra forma de observar isso é através dos cálculos:

$$h(t) = 20 - 5t^2$$

O NADADOR ATINGIRÁ A ÁGUA QUANDO $\boxed{h = 0}$. LOGO:

$$0 = 20 - 5t^2$$
$$5t^2 = 20$$
$$t^2 = \frac{20}{5} = 4 \Rightarrow \boxed{t = 2 \text{ segundos}}$$

→ SABENDO DISSO, VAMOS APLICAR NO CÁLCULO DA "v":

$v(t) = -10t$

$v(2) = -10(2)$

$\boxed{v(2) = -20 \text{ m/s}}$

O SINAL NEGATIVO INDICA O SENTIDO DO VETOR VELOCIDADE (PARA BAIXO).

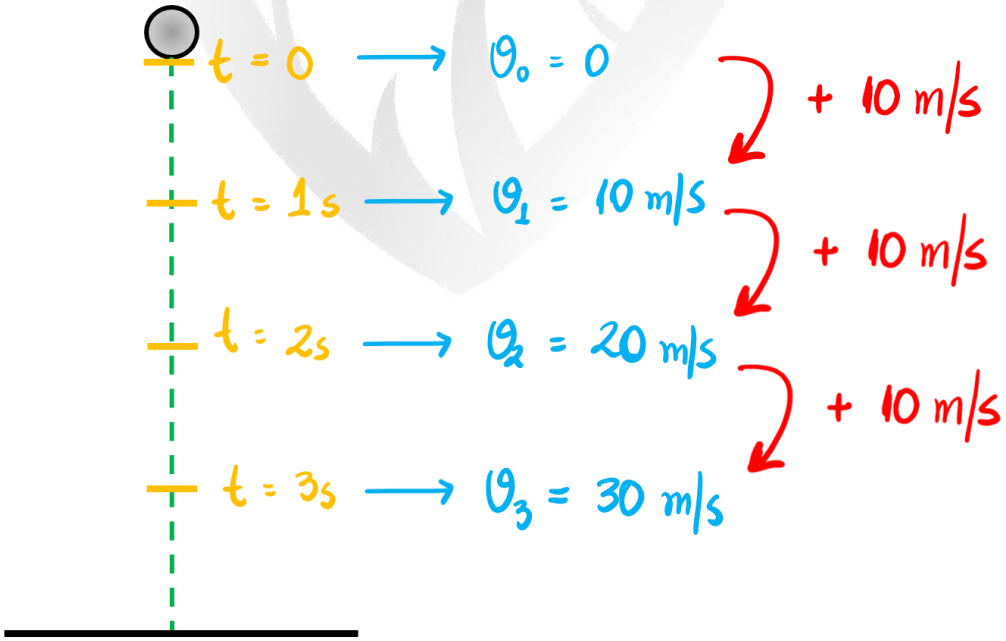
Dessa forma, encontramos o valor da velocidade igual a 20 m/s que é superior a 19 m/s.

CERTO

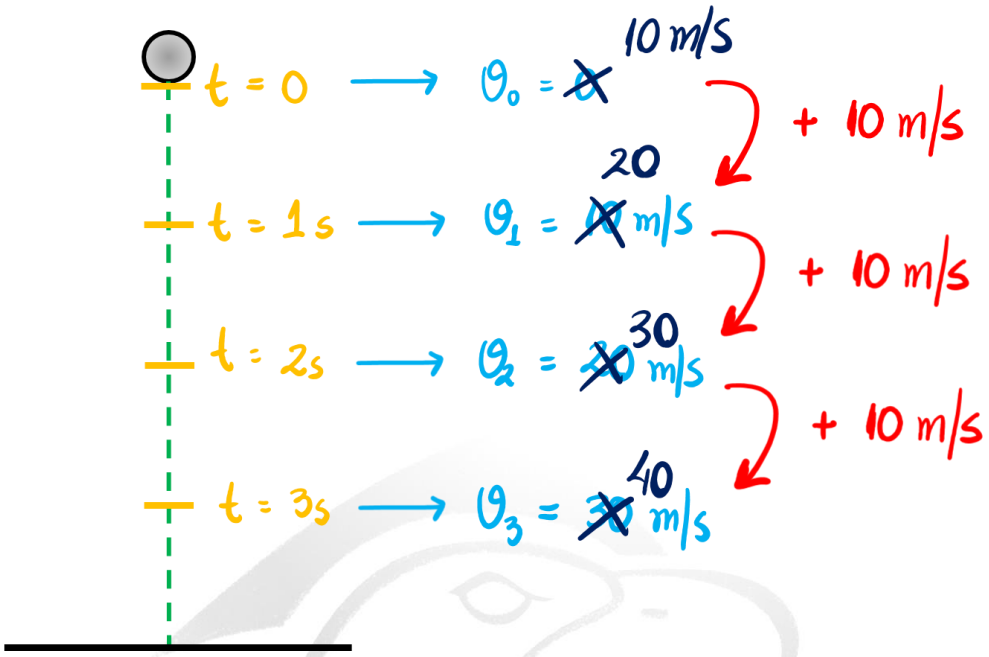
6 LANÇAMENTO VERTICAL

Esse tópico do estudo é muito parecido com Queda Livre. A diferença reside no valor da velocidade inicial. Na Queda Livre, temos que a velocidade inicial é nula, mas no Lançamento Vertical essa velocidade será não nula.

O esquema a seguir mostra como nós aplicamos para Queda Livre:



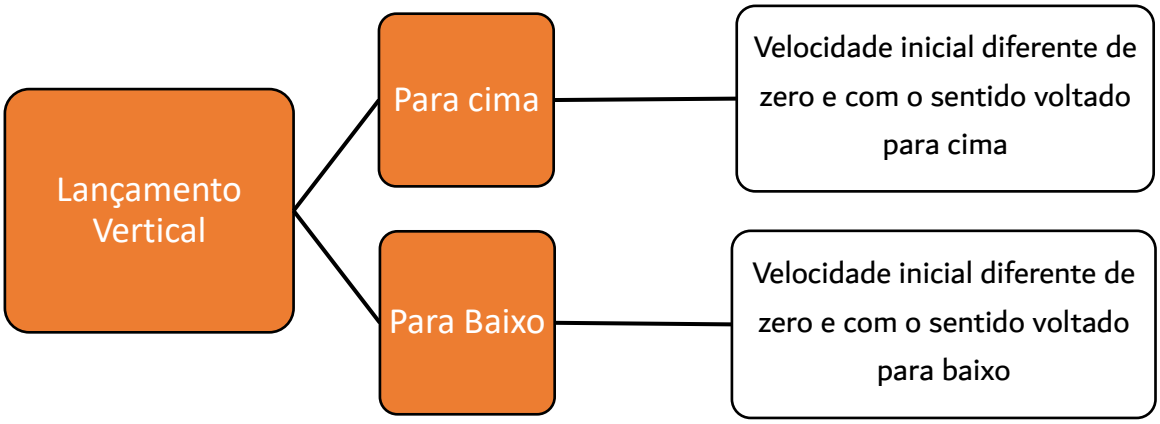
Agora, perceba como vamos aplicar no caso de Lançamento Vertical:



Perceba que a única diferença no nosso esquema é sobre a velocidade inicial que a agora vale 10 m/s no nosso exemplo (pode ser qualquer valor diferente de zero). A variação da velocidade segue de acordo com o valor da aceleração da gravidade (no exemplo vale 10 m/s^2).

Nesse exemplo tratado, o valor da velocidade inicial vale 10 m/s. O movimento inicia-se para baixo. Isso classifica o lançamento como vertical para baixo. Nós também podemos ter o lançamento vertical para cima. O esquema de velocidades será basicamente invertido, pois ao invés de descer o corpo estará subindo até atingir o valor zero da velocidade vertical.

Diante do exposto, podemos classificar o Lançamento Vertical da seguinte forma:



Observação interessante: No Lançamento Vertical para Cima, o corpo sobe até atingir a sua altura máxima, onde a velocidade será nula. Depois disso, o corpo cairá em Queda Livre. Compreenda que a velocidade inicial desse movimento de descida é nula, caracterizando assim uma queda. Mas isso não acontece para o Lançamento Vertical para Baixo, pois o corpo irá cair e terá velocidades cada vez maiores com a aceleração causada pela gravidade. Nesse caso, A velocidade nunca será nula.

Questão de Entendimento:

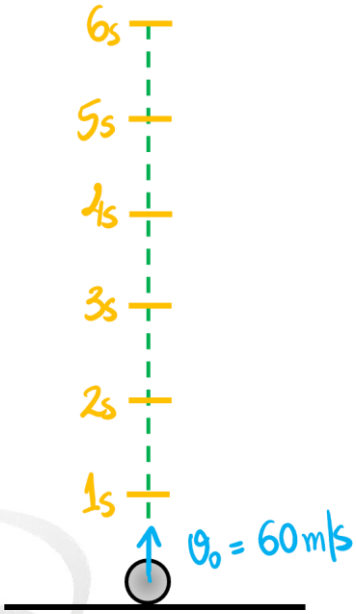
05 (IBFC|2017|PC-PR|AUXILIAR DE NECROPSIA)

Um corpo é lançado do solo verticalmente para cima, com velocidade inicial de 60 m/s. Desprezando a resistência do ar e admitindo g= 10 m/s^2, o tempo gasto pelo corpo para atingir a altura máxima foi de:

a) 60s
b) 30s
c) 90s
d) 6s
e) 15s

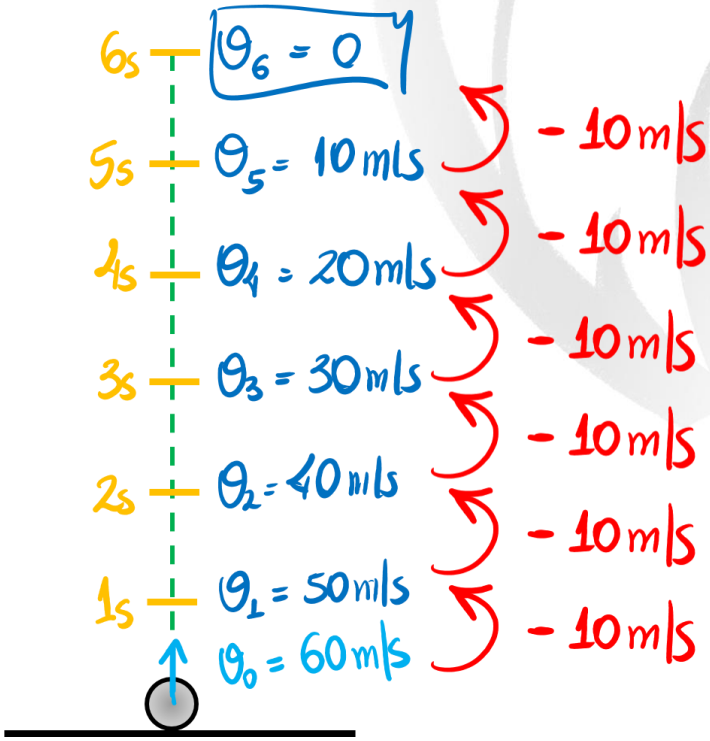
Resolução

O esquema apresentado pela questão está ilustrado na figura ao lado. Veja que a velocidade inicial parte de baixo para cima (Lançamento Vertical para Cima) e com valor diferente de zero (velocidade de 60 m/s). A pergunta é com quanto tempo a velocidade do corpo será nula.



A questão admite a aceleração da gravida igual a 10 m/s^2 e despreza a resistência do ar. Tudo isso implica dizer que a variação da velocidade será regida somente pela aceleração gravitacional em que a velocidade irá reduzir de 10 em 10 m/s a cada 1 segundo até zerar.

Diante disso podemos verificar o instante exato do tempo gasto pelo corpo atingir a altura máxima, onde a velocidade será nula.



Da mesma forma como fizemos com o esquema da Queda Livre, obtivemos os valores das velocidades a cada instante de tempo.

A variação da velocidade é de 10 em 10 porque a gravidade está regendo esse movimento retardado. Temos uma desaceleração devido ao sentido do vetor velocidade está apontado para cima e o vetor aceleração gravitacional está para baixo (sempre voltado para o centro da Terra), ou seja, estão com sentidos opostos.

Em cálculos matemáticos com utilização das fórmulas da Física, iremos utilizar o MRUV. Como nós estamos procurando o tempo, a fórmula mais adequada é a que apresente o tempo. Além disso, o espaço percorrido não é útil para o nosso cálculo,

então podemos utilizar alguma fórmula que não traga esse parâmetro do Δs. Diante disso, temos:

$$v = v_0 + at$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$0 = 60 - 10t$$

$$10t = 60$$

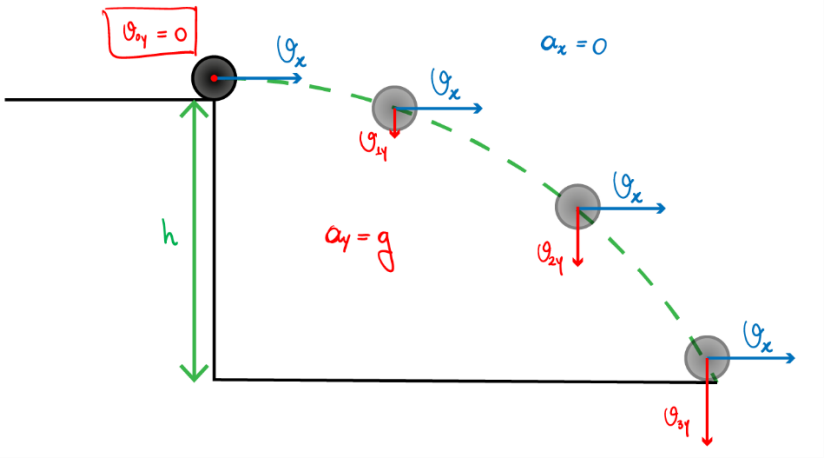
$$t = 6 \text{ segundos}$$

Gabarito: Letra D.

7 LANÇAMENTO HORIZONTAL

7.1 Abordagem teórica

A figura abaixo mostra o esquema dos parâmetros da cinemática:

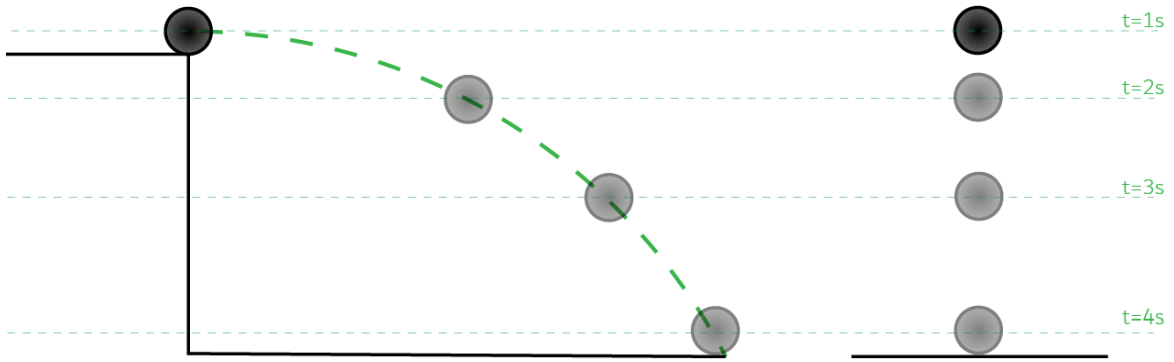


Perceba que **o vetor velocidade horizontal permanece constante** (com o mesmo tamanho) indicando que o módulo desse vetor é constante. Com isso, temos um MRU nessa horizontal e, então, sobre a aceleração, a sua componente horizontal é nula ($a_x = 0$). O movimento é, portanto, uniforme (a componente horizontal da velocidade é constante).

Na componente vertical da velocidade, o valor inicial $v_{0y} = 0$ (vetor nulo, indicado apenas com um ponto vermelho). Na medida em que o tempo passa, percebe-se que esse vetor fica cada vez maior, indicando que a velocidade está aumentando com o tempo (movimento acelerado).

Isso ocorre porque **a componente vertical da aceleração é a própria gravidade** ($a_y = g$). Os vetores v_{1y}, v_{2y} e v_{3y} são as velocidades nos instantes de tempo de 1, 2 e 3 segundos após o início do Lançamento Horizontal.

Ainda comentando sobre o movimento na vertical, podemos perceber que a descrição assemelhasse com a Queda-livre. Comparando o Lançamento Horizontal com a Queda-livre, vamos analisar com auxílio da figura a seguir para visualizar melhor as considerações.



Podemos analisar o seguinte: considerando dois objetos, um seguindo um lançamento horizontal e outro em queda-livre, ambos percorrerão mesmo espaço na vertical em certo intervalo de tempo, pois o ritmo do movimento é o mesmo. Os dois objetos estão submetidos a mesma aceleração (a gravidade) e têm velocidade inicial nula na vertical. Por isso que tudo é igual. Top demais isso, não é mesmo!?

No entanto, sobre as velocidades teremos diferenças. Enquanto o objeto em queda livre no final do movimento terá adquirido somente velocidade vertical, o outro em lançamento horizontal terá também a velocidade horizontal. Como a velocidade é resultado da soma vetorial das suas componentes horizontal e vertical, **a velocidade final no lançamento horizontal será maior que na queda livre, mas o tempo de queda será o mesmo**.

Objeto em Lançamento Horizontal	Objeto em Queda Livre
A velocidade final será composta pela soma vetorial das componentes horizontal e vertical $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$	A velocidade final será composta apenas pela vertical, pois a componente horizontal é nula. $\vec{v} = \cancel{\vec{v}_x}^{\,0} + \vec{v}_y$ $\boxed{\vec{v} = \vec{v}_y}$

Sobre as velocidades, o que serão iguais serão as componentes verticais de cada uma. A componente vertical da velocidade adquirida no lançamento horizontal tem o mesmo valor na queda livre. Como na queda livre, essa componente da velocidade é a própria velocidade vetorial, podemos afirmar que **a velocidade vetorial no final da queda livre equivale a somente a componente vertical da velocidade no final do lançamento horizontal**.

Até aqui analisamos apenas a Cinemática comentando sobre o parâmetro velocidade. Há outros comentários que poderíamos fazer aqui a respeito da Dinâmica do movimento, ou seja, comentar sobre as causas desse Lançamento Horizontal.

7.2 Abordagem matemática

Sabendo que o movimento na horizontal segue um MRU e na vertical, um MRUV, teremos as seguintes fórmulas envolvidas:

NA HORIZONTAL:

↳ MRU:

↳ v_x É CONSTANTE

↳ GRÁFICO $S \times t$ É FUNÇÃO DO 1º GRAU

↳ $\boxed{S = S_0 + vt}$

$d = d_0 + v_x \cdot t$

CONSIDERANDO $d_0 = 0$:

$\boxed{d = v_x \cdot t}$

NA VERTICAL:

↳ MRUV:

↳ $v_{0y} = 0$

↳ $a_y = g$

↳ GRÁFICO $S \times t$ É FUNÇÃO DO 2º GRAU

↳ $\boxed{S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2}$

$h = h_0 + v_{0y} t + \frac{1}{2} g t^2$

CONSIDERANDO $h_0 = 0$

$\boxed{h = \frac{1}{2} g t^2}$

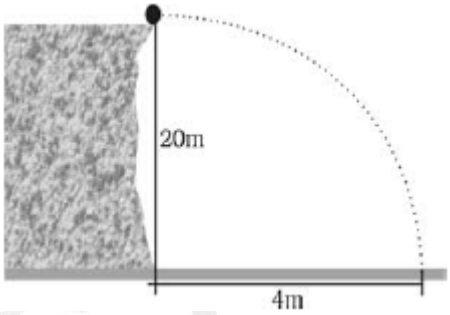
Observe que manipulamos matematicamente a aplicação do movimento e, dessa forma, obtivemos as fórmulas da distância percorrida na horizontal (d) e na vertical (h). Qualquer que seja a questão, o candidato deve conhecer esse ponta pé inicial.

Questão de Entendimento:

06 (COPEVE|2011|UF-AL|LABORATÓRIO)

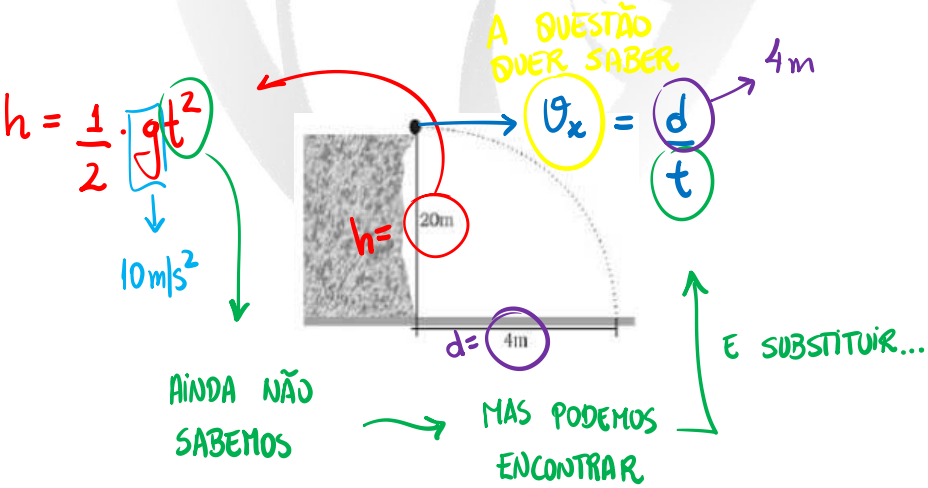
Uma bola é lançada horizontalmente do topo de um rochedo de 20 m de altura. Qual deve ser o módulo da velocidade de lançamento dessa bola para que atinja o solo em um ponto a 4 m da base do rochedo? Despreze a resistência do ar e adote a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2.

a) 4,0 m/s
b) 8,0 m/s
c) 1,0 m/s
d) 2,0 m/s
e) 5,0 m/s



Resolução

Nossa situação para essa questão é a seguinte:



Então, vamos começar indo atras do valor do tempo para depois substituir na expressão da velocidade de lançamento e encontrar o valor da resposta:

$$h = \frac{1}{2} \cdot g t^2$$

$$t^2 = \frac{2h}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{10}}$$

$$t = \sqrt{4}$$

$$\boxed{t = 2 \text{ segundos}}$$

O tempo de queda é de 2 segundos. Você poderia também ter obtido esse valor lembrando que no caso de queda livre, os primeiros 20 metros são percorridos em 2 segundos, em que de 0 a 1s percorre 5 metros e de 1s a 2s percorre 15 metros, totalizando 20 metros.

Com esse valor de 2 segundos, vamos calcular a velocidade horizontal:

$$v_x = \frac{d}{t} = \frac{4}{2} \rightarrow \boxed{v_x = 2 \text{ m/s}}$$

Gabarito: Letra D.

8 LANÇAMENTO OBLÍQUO

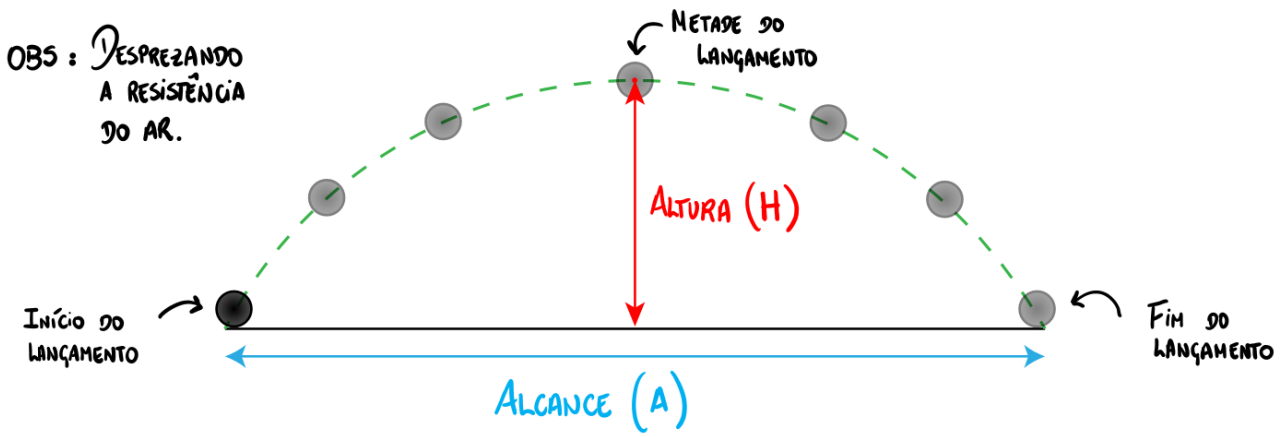
8.1 Abordagem teórica

Neste assunto, temos vários detalhes envolvendo conceitos e informações teóricas bem como cálculos matemáticos. Há um detalhe especial para os cálculos em que se faz necessário ter uma base nos conhecimentos sobre a trigonometria.

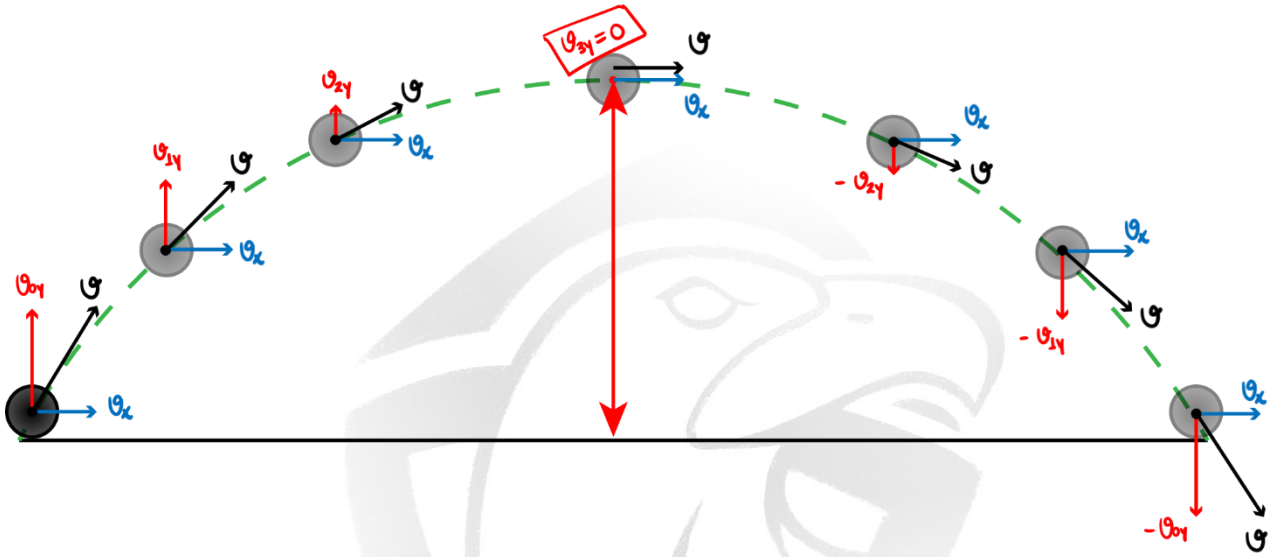
A trigonometria é um assunto da matemática que envolve ângulos e valores de senos e cossenos desses ângulos. Para isso, devemos também conhecer a matemática aplicada nos triângulos retângulos (triângulos em que um dos três ângulos vale 90°). Nós vamos abordar tudo isso aqui passo a passo da maneira mais didática possível.

O Lançamento Oblíquo é caracterizado por um objeto que parte de uma horizontal, sobe, adquire **altura** (h), desce e termina na mesma horizontal, tudo isso seguindo uma trajetória parabólica. Além disso, observa-se uma certa distância percorrida horizontalmente do ponto de partida até o final do movimento em que denominamos de **alcance** (A).

Durante o movimento, o corpo desenvolve uma **trajetória parabólica** de forma que a metade da trajetória acontece no instante em que a altura é máxima. Além disso, nós podemos afirmar que o tempo de subida é o mesmo tempo de descida. O Lançamento Oblíquo parte do pressuposto que a **resistência do ar é desprezível**, pois, se assim não for, a trajetória poderá não ser parabólica.



No início do lançamento oblíquo, a velocidade vetorial do objeto é composta pelas componentes horizontal (v_x) e vertical (v_{0y}). Dessa forma, teremos as componentes horizontal e vertical da velocidade comportando-se como um MRU e um MRUV, respectivamente. O vetor v_x é constante e o v_x varia ao longo do movimento, tendo valor zero quando estiver no ponto mais alto da trajetória parabólica. O vetor velocidade resultante (v), irá variar ao longo do movimento, porém não terá valor nulo em nenhum instante (nula será a componente vertical da velocidade no ponto de altura máxima).

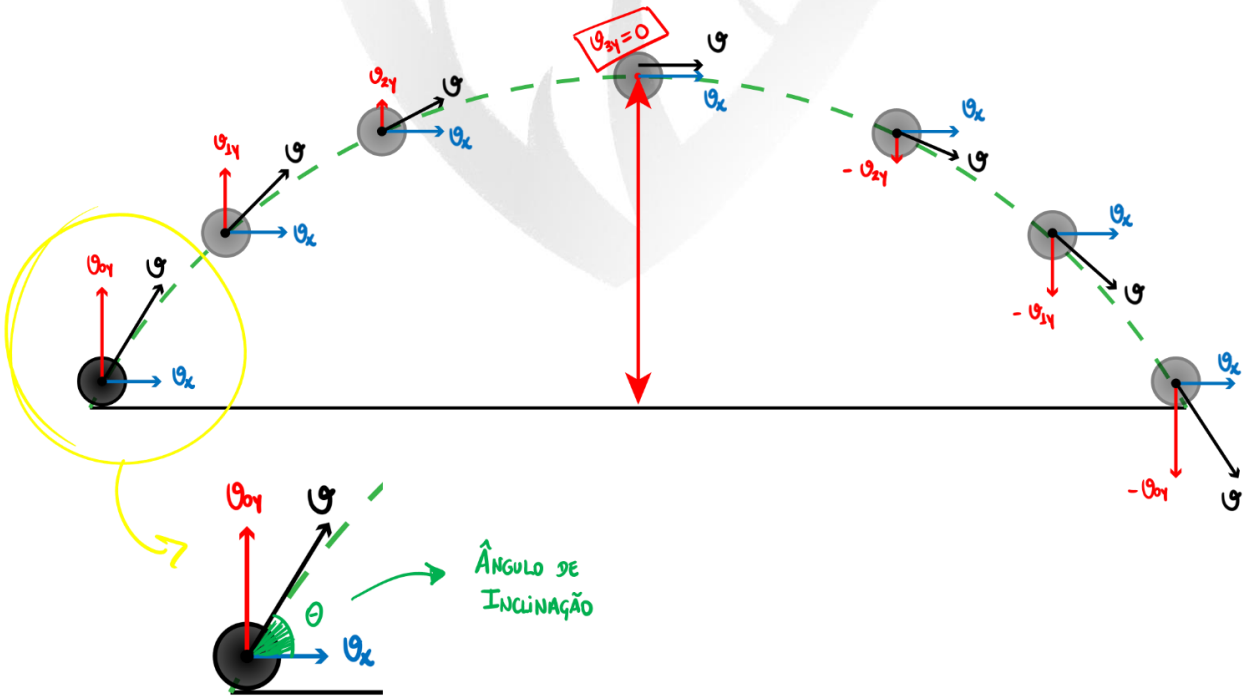


Perceba na figura acima que a componente vertical se repete após a metade do lançamento oblíquo, porém com sentido oposto ao que era (indicada pelo sinal negativo). Portanto, compreenda que a velocidade que foi "perdida" durante a subida será "devolvida" durante a descida e em cada horizontal eles terão módulos (valores) iguais. Podemos concluir que a velocidade inicial, em módulo, é igual a velocidade final.

Nós podemos aprofundar a análise e dividir o movimento em duas partes (subida e descida), as quais possuem tempos iguais. Na subida, o movimento segue como se fosse um Lançamento Vertical e na descida, como uma Queda-Livre. Já na componente horizontal, por sua vez, não há alterações, pois o movimento é uniforme. Analisando o movimento na horizontal, percebe-se que a velocidade inicial é na verdade a velocidade que essa componente terá em todo o Lançamento. Já na vertical, a velocidade começa com um certo valor e torna-se nula no ponto mais alto da trajetória parabólica. Até esse instante, o movimento foi retardado. Depois disso, o seu movimento continua sofrendo ação da aceleração gravitacional (porém dessa vez desenvolvendo um movimento acelerado) e, então, a velocidade na vertical voltar a ter o mesmo valor que no início do lançamento.

	Na subida	Na descida
Componente vertical do movimento	Como se fosse um LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA, com velocidade inicial v_{0y} e velocidade final nula.	Como se fosse uma QUEDA LIVRE, com velocidade inicial nula e velocidade final igual ao que tinha no início do Lançamento Oblíquo em sua componente vertical, porém com sentido oposto (pois agora está descendo e não subindo), representada como $-v_{0y}$.
Componente horizontal do movimento	Segue um MRU com vetor velocidade constante em módulo, direção e sentido.	Segue um MRU com vetor velocidade constante em módulo, direção e sentido.

Além disso, o vetor resultante (v) possui uma inclinação (θ) com relação a superfície horizontal. Essa inclinação inicial do lançamento oblíquo é super importante para os cálculos. Confira na figura abaixo a sua representação.



8.2 Abordagem matemática

Antes de mais nada, vamos deixar bem claro que **a resistência do ar é desprezível** para as análises que nós vamos fazer aqui.

Beleza... dito isso, vamos lá!

A aplicação das fórmulas para as componentes do movimento parte do básico que já vimos em aulas passadas: na componente horizontal, temos MRU, e na vertical, MRUV. Mas a pergunta aqui é o seguinte: Como se aplica as fórmulas de espaço e velocidade para cada uma delas? É do mesmo jeito que no Lançamento Horizontal ou na Queda livre?

Para responder sobre isso, eu posso ser muito detalhista ou bem prático.

Se você quer uma resposta no detalhe clique no link a seguir, pois você será redirecionado a página exata em que começo a falar de muitas fórmulas, detalhes matemáticos e manipulações.

Se você quer ser bem prático nesse estudo, então continue na leitura. O padrão do estudo deve ser esse (direto ao ponto), mas nada impede que você também queira saber as manipulações existentes para ajudar ainda mais no raciocínio e tratar de algumas curiosidades matemáticas que estão envolvidas.

Ok.... vamos ser práticos... então, vamos organizar o raciocínio.

Sobre o Alcance e Altura:

Primeiramente, os dados mais importantes são Alcance e Altura. É importante decorar as fórmulas de cada um deles:

Alcance (A)	$A = \frac{2 v_x v_y}{g}$
Altura (H)	$H = \frac{v_{oy}^2}{2g}$

Pelas fórmulas, perceba que:

- O alcance depende das componentes horizontal e vertical da velocidade e da gravidade;
- A altura depende apenas da componente vertical da velocidade e da gravidade;

De forma geral, podemos dizer que o Lançamento Oblíquo depende das componentes horizontal e vertical da velocidade inicial, do ângulo de lançamento e da aceleração da gravidade local. O tempo é um parâmetro que está sincronizado com os movimentos desenvolvidos na vertical e na horizontal.

Questão de Entendimento:

07 (CEBRASPE|2009|FUB)

A figura mostra uma criança em um carrinho que se move com velocidade constante $\boldsymbol{v_{ox}}$, em um plano horizontal. Durante o movimento do carrinho, a criança joga uma bola para cima com velocidade inicial igual a $\boldsymbol{v_{oy}}$.

No referencial da criança, a origem do sistema de eixos coordenados está fixa ao carrinho. Para o observador externo, a origem dos sistemas de eixos coordenados é identificada por 0 na figura e está fixo ao solo.

Desprezando o atrito com o ar e considerando a aceleração da gravidade igual a g, julgue o item:

As posições sobre o solo na direção horizontal onde a bola estará na mão da criança são $\boldsymbol{x = 0}$ e $\boldsymbol{x = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g}}$.

Resolução

Nessa questão, o examinador quer saber do candidato se ele sabe a expressão do alcance atingido pela bola. Perceba que não foi fornecido o ângulo de inclinação. A posição inicial é $x = 0$, pois está na origem sistema de eixos coordenados.

Dessa forma, é só substituir o A por x.

$$A = \frac{2\, v_x\, v_{oy}}{g}$$

$$\boxed{x = \frac{2\, v_{ox}\, v_{oy}}{g}}$$

CERTO.

Obs: Veja que essa foi uma questão Cebraspe em que apenas queria saber se o candidato decorou as fórmulas. Isso é tenso, eu sei.... mas relaxe, pois da maneira como estamos esquematizando aqui, logo você irá ter tudo isso em mente. Eu tenho uma seguinte filosofia de ensino: o conhecimento na Física tem que ser expresso de forma bem organizada para que o aluno absorva bem os detalhes. Vamos juntos!

9 QUESTÕES DE RENDIMENTO

01 (CEBRASPE|2021|SEED-PR|PROFESSOR) - ADAPTADA

Um móvel realiza um movimento retilíneo uniformemente variado quando se descola em linha reta com aceleração crescente

Resolução

O MRUV é define que o movimento é em linha reta e com a velocidade variando de forma uniforme, ou seja, a aceleração é constante.

ERRADO

02 (CEBRASPE|2021|SEED-PR|PROFESSOR) – ADAPTADA

O movimento de um ponto é retilíneo, em dado referencial, se, para cada instante, o vetor velocidade tiver direção constante e a trajetória for uma reta.

Resolução

O movimento em linha reta é definido quando o vetor velocidade não muda a sua direção, mas pode mudar o sentido.

CERTO

03 (CEBRASPE|2010|SEDU-ES|PROFESSOR)

Para o controle de velocidade nas estradas, os radares dos policiais rodoviários medem a velocidade média dos carros.

Resolução

O radar mede a velocidade no momento da medida, ou seja, é a velocidade instantânea, e não a média. A velocidade medida considera um intervalo de tempo considerável. Quando esse intervalo de tempo é tão próximo de zero (como ocorre nas medidas com radar), podemos dizer que é a velocidade medida em um único instante.

ERRADO

---

04 (CEBRASPE|2003|CBM-PA|SOLDADO)

Cinemática — que vem da palavra grega *kínema* e significa movimento — é uma área da Física que estuda os movimentos sem se preocupar com suas causas ou seus efeitos. Ela faz uma análise apenas descritiva do movimento, em que o referencial tem uma função importante. Tendo por referência a cinemática, julgue o item subsequente.

Em uma análise acerca do movimento ou repouso de um corpo, as conclusões dependem do referencial em relação ao qual a análise está sendo feita.

Resolução

Exatamente! Dependendo do referencial, podemos dizer se está em repouso ou em movimento. Tudo depende do referencial

CERTO

---

05 (CEBRASPE|2013|FUB)

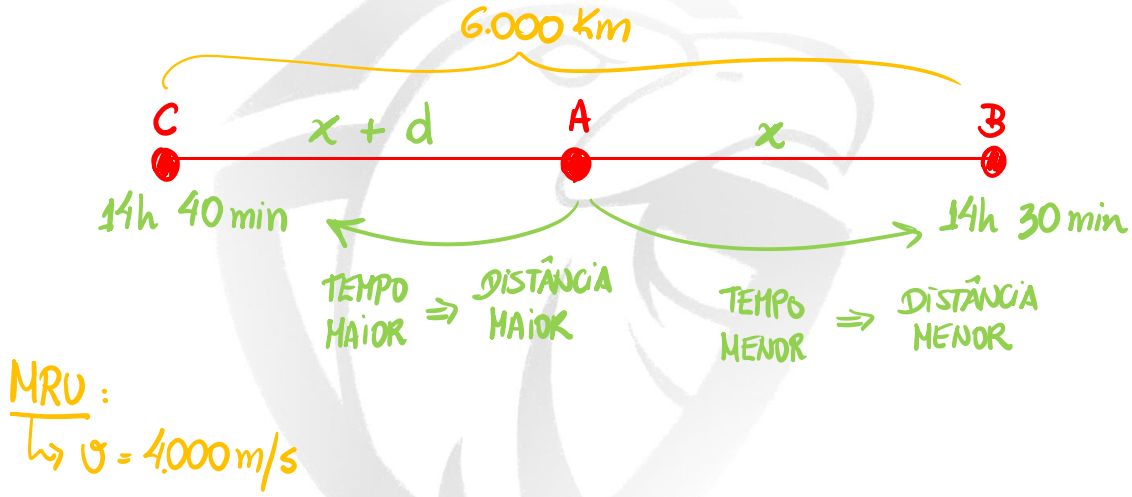
Explosões nucleares ocorridas durante testes subterrâneos geram ondas sísmicas características que podem ser detectadas por estações sismológicas. Sabendo-se o tempo exato que o sinal da onda sísmica levou para chegar a três diferentes estações, é possível determinar a origem da explosão. Nesse sentido, considere que um país tenha explodido uma bomba nuclear localizada em uma base secreta na posição A e que essa base esteja alinhada a duas estações sismológicas localizadas nos pontos B e C nas

fronteiras leste e oeste de A, respectivamente. Considere, ainda, que o solo no qual a onda sismológica viaja com velocidade de 4.000 m/s seja uniforme. Com base nessas informações, julgue o item a seguir.

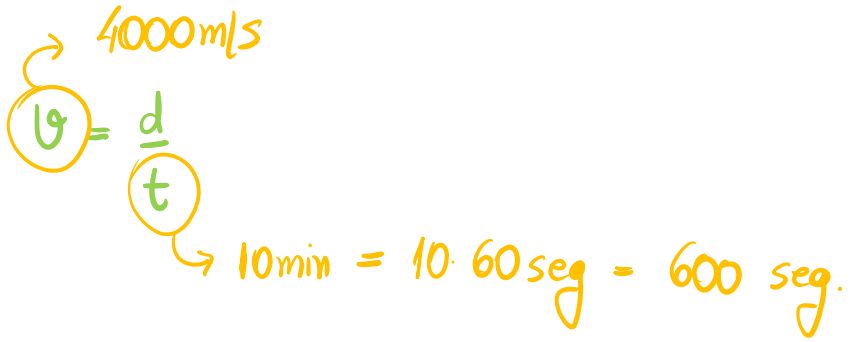
Considere que a estação em B tenha recebido o sinal da onda às 14 h 30 min. e que a estação em C tenha recebido às 14 h 40 min., do mesmo dia. Considere, ainda, que a distância entre B e C seja igual a 6. 000 km. Nessa situação, a explosão ocorrerá a 1.800 km de B na direção de A.

Resolução

O cenário descrito é o seguinte:



Veja que atribuímos a distância de AB por x e AC por $x + d$, em que d é a diferença de distância percorrida pela onda sismológica associada com o tempo de registro maior (para percorrer AC, a onda gastou 10 minutos a mais que para percorrer AB). Isso pode ser usado para encontrar o valor do d:



Após os ajustes das unidades, podemos prosseguir com os cálculos (NÃO ESQUEÇA DESSAS UNIDADES).

$$v = \frac{d}{t} \therefore 4000 = \frac{d}{600} \therefore \boxed{d = 2400000\ m}$$

$$\hookrightarrow \boxed{d = 24000\ km}$$

O que interessa é a distância na unidade de km, pois o quesito utiliza essa unidade na afirmação.

Depois disso, vamos observar que a distância entre BC é 6.000 km. Nós já encontramos 2.400 km. Ainda tem $2x$ referente a soma das distâncias que temos em AB e AC.

$$6.000\ km = x + x + 2400$$

$$2x = 6000 - 2400$$

$$x = \frac{3600}{2}$$

$$\boxed{x = 1800\ km}$$

Diante do resultado encontrado, a distância x do esquema feito aqui refere-se a distância AB.

CERTO

---

06 (CEBRASPE|2021|SEED-PR|PROFESSOR)

Um automóvel que trafegava com velocidade constante de 40 m/s aproximava-se de um cruzamento onde havia um semáforo com radar. Quando ele estava a 40 m do cruzamento, o sinal mudou de verde para amarelo. O motorista do automóvel, sabendo

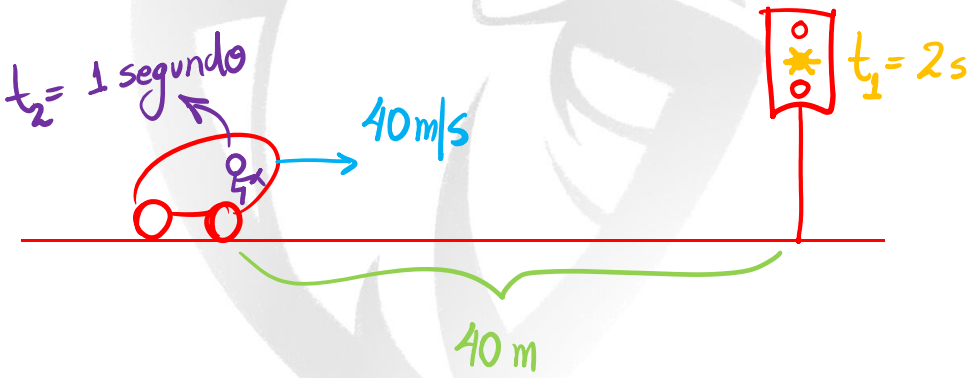
que o sinal permaneceria amarelo por 2 s, decidiu acelerar o carro e passar pelo cruzamento antes de o sinal mudar para vermelho. O tempo decorrido entre o momento em que o motorista viu a mudança de sinal e o momento em que ele decidiu acelerar o carro foi de 1 s.

Nesse caso, a menor aceleração constante necessária para que o carro passasse pelo cruzamento sem acionar o radar era de

a) 2 m/s².
b) 4 m/s².
c) 8 m/s².
d) 10 m/s².
e) 12 m/s².

Resolução

Observe o cenário descrito:



Veja que o automóvel está a 40 m/s a 40 metros do cruzamento. Logo, após 1 segundo o automóvel percorrerá os 40 metros. Desse modo, não faz sentido algum a situação descrita. Na minha opinião, o examinador se perdeu nos dados e o pior é que a questão tem gabarito letra C e isso foi mantido após os recursos. Uma loucura. Coisas que o Cebraspe apronta pra cima do concurseiro. Isso é muito injusto. Mas, enfim, vamos seguir em frente. Concurseiro não tem vida fácil, e isso não pode nos desmotivar. Pra frente!!!

Gabarito: **Letra C**
Opinião do professor: ANULADA

07 (CEBRASPE|2006|DETRAN-PA/ENGENHEIRO MECÂNICO)

Considere que a distância s, em metros, percorrida por um automóvel, a partir do repouso, seja expressa pela função $s(t) = 0{,}7t^2$, em que t é o tempo, em segundos. Nesse caso, o automóvel terá a velocidade de 21 m/s em t igual a

a) 10 s.
b) 15 s.
c) 20 s.
d) 30 s.

Resolução

Vamos comparar essa fórmula apresentada com a do deslocamento no MRUV, pois o tempo está elevado a dois (é de segunda ordem ou é uma função de 2º grau ou uma função quadrática):

$$\begin{cases} S_{(t)} = S_0 + v_0 t + \boxed{\frac{1}{2} a t^2} \\ S_{(t)} = \boxed{0{,}7} t^2 \end{cases}$$

$S_0 = 0$
$v_0 = 0$

$$\frac{1}{2} a = 0{,}7$$

$$\boxed{a = 0{,}14 \ m/s^2}$$

Nessa comparação, descobrimos que aceleração vale 0,14 m/s^2 e o espaço inicial e a velocidade inicial são nulas.

Diante disso, vamos aplicar a fórmula da velocidade no MRUV.

$$v = v_0 + at$$

$$21 = 0 + 1{,}4\,t$$

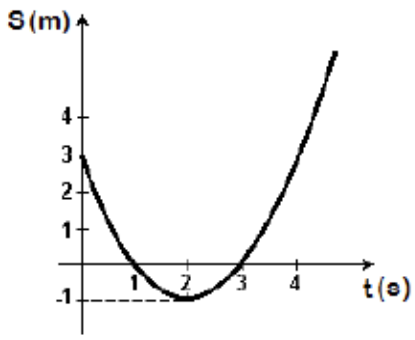
$$\boxed{t = \frac{21}{1{,}4}} \rightarrow t = \frac{210}{14} \therefore \boxed{t = 15\,s}$$

Gabarito: Letra B

---

08 (IDECAN|2016|SEARH-RN|PROFESSOR)

O gráfico da função horária dos espaços de um móvel em movimento retilíneo uniformemente variado está representado a seguir. A função horária da velocidade desse móvel é:

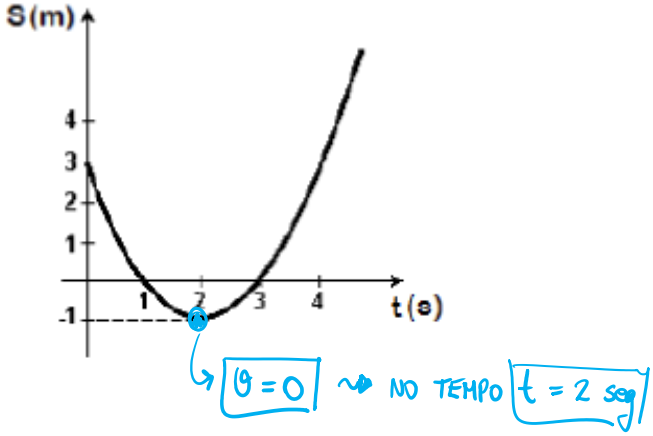


a) v = –4 + 2t.
b) v = 3 – t.
c) v = 5 + 4t.
d) v = –3 – 6t.

Resolução

Observando o gráfico, temos que ele descreve o deslocamento do móvel em função do tempo. No entanto, a questão pede a função horária da velocidade. Diante disso, devemos encontrar informações sobre a velocidade que estão no gráfico sxt fornecido pela questão.

O gráfico é parabólico de concavidade para cima, o que implica aceleração positiva. O gráfico toca o eixo vertical em 3, indicando o instante inicial $s_0 = 3\,m$. Lembre-se do ponto mínimo do gráfico, o qual indica que o movimento possui velocidade nula.



Encontramos que no tempo 2 segundos, a velocidade é nula. A única alternativa que indica isso é a letra A.

a) $v_{(2)} = 0$

$$v = -4 + 2t$$
$$v = -4 + 2(2)$$
$$v = -4 + 4$$
$$\boxed{v = 0}$$

b) $v_{(2)} = 1$ m/s

$$v = 3 - t$$
$$v = 3 - (2)$$
$$\boxed{v = 1}$$

c) $v_{(2)} = 13$ m/s

$$v = 5 + 4t$$
$$v = 5 + 4(2)$$
$$v = 5 + 8$$
$$\boxed{v = 13}$$

d) $v_{(2)} = -15$ m/s

$$v = -3 - 6t$$
$$v = -3 - 6(2)$$
$$v = -3 - 12$$
$$\boxed{v = -15}$$

Gabarito: Letra A.

---

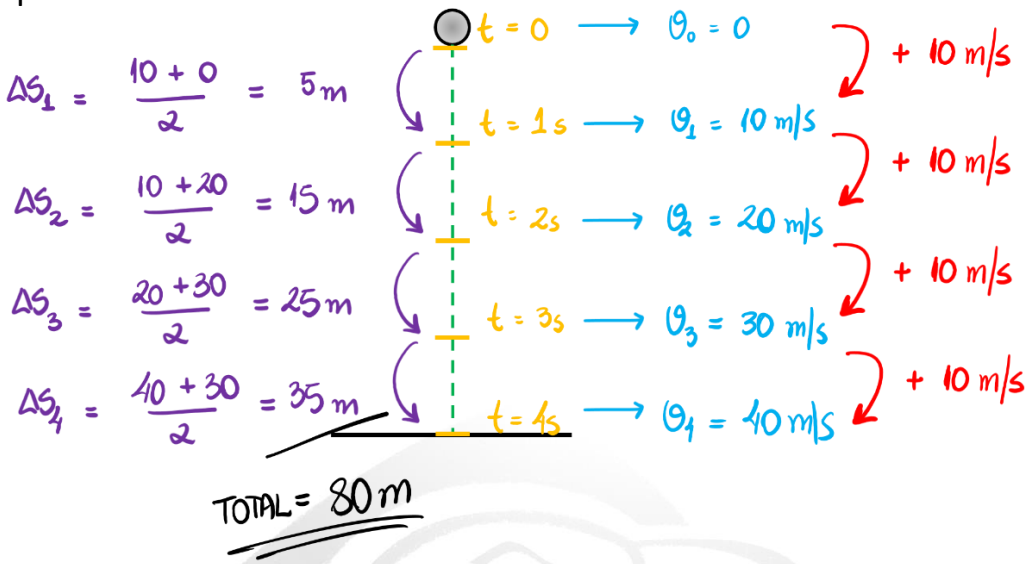
09 (IBADE|2019|SEDUC-RO|PROFESSOR)

Do topo de um edifício deixa-se cair uma pedra que leva 4s para atingir o solo. Considerando que a aceleração da gravidade no local é de 10 m/s^2, pode-se dizer que a velocidade com que a pedra atinge o solo e a altura do edifício são, respectivamente, em m/s e metros:

a) 40 e 80.
b) 50 e 90
c) 40 e 70.
d) 50 e 80
e) 30 e 90.

Resolução

Nesse caso, vamos para o nosso esquema. Dessa vez vamos extrapolar até os 4 segundos de queda.



A velocidade final é 40 m/s e a distância total percorrida é 80 m.

Gabarito: Letra A

---

10 (CCV|2017|UFC|LABORATÓRIO)

Um projétil é lançado horizontalmente do alto de um penhasco com uma velocidade de 72 km/h. Se o projétil atinge o solo após 4 segundos, qual é o seu alcance horizontal?

a) 36 m
b) 40 m
c) 72 m
d) 80 m
e) 144 m

Resolução

O projétil está em lançamento horizontal e a questão fornece dados sobre a velocidade de lançamento (72 km/h que é o mesmo que 20 m/s), o tempo de queda (4s) e a gravidade é implícita (nesses casos, assume valor de 10 m/s^2). A questão pede o alcance horizontal.

Veja que a questão já deu o valor do tempo (4s). Isso já facilita a nossa vida.

Vamos utilizar somente a expressão que envolver a componente horizontal, ou seja, a expressão da distância horizontal percorrida (alcance horizontal).

$$\boxed{d = v_x t}$$

Então, ficamos vamos aplicar os valores.

$$d = v_x t$$

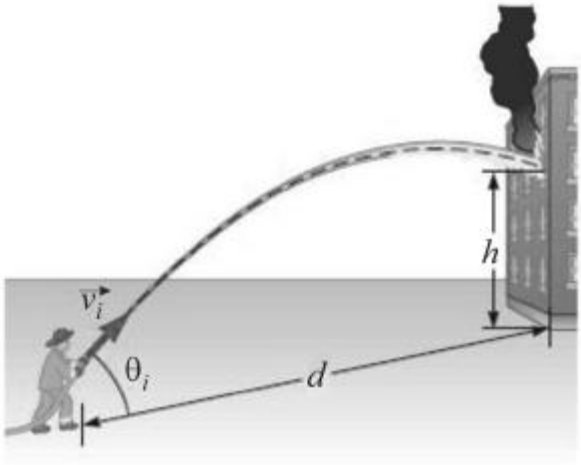
$$d = 20 \cdot 4$$

$$d = 80\,m$$

Gabarito: Letra D

---

11 (CEBRASPE|2014|CBM-CE|SOLDADO)



Na figura acima, é mostrada a cena de um bombeiro, que, no plano horizontal, usa um jato de água para apagar o incêndio em um apartamento localizado a hm de altura, em relação ao mesmo plano horizontal. Nessa figura, $\vec{v}_t$ é o vetor velocidade do

jato de água ao sair da mangueira; θ_i é o ângulo de inclinação do bico da mangueira em relação ao plano horizontal; e d é a distância entre o bombeiro e o edifício.

Com base nessas informações, considerando que sejam nulas as forças de atrito sobre qualquer elemento do sistema e que o jato de água seja uniforme, julgue o próximo item.

O jato de água atinge o alcance máximo na horizontal quando θ_i=45°.

Resolução

Sim! Quando o ângulo é de 45°, tem-se o alcance máximo.
Certo.

PROFISSÃO POLICIAL

CONCURSEIRO QUE PRETENDE SER POLICIAL NÃO FAZ RATEIO

Todo o material desta apostila (textos e imagens) está protegido por direitos autorais do Profissão Policial Concursos de acordo com a Lei 9.610/1998. Será proibida toda forma de cópia, plágio, reprodução ou qualquer outra forma de uso, não autorizada expressamente, seja ela onerosa ou não, sujeitando-se o transgressor às penalidades previstas civil e criminalmente.