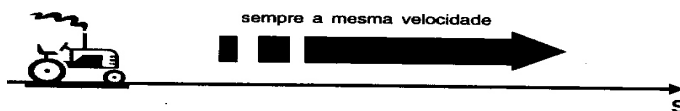


### MOVIMENTO UNIFORME

**Definição:** É aquele em que a velocidade escalar do móvel permanece constante e diferente de zero, independentemente da trajetória ser retilínea ou curvilínea.

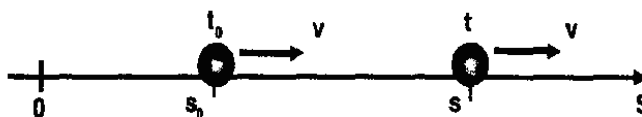


Nesse tipo de movimento a partícula percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais.

Isto só ocorre, pois,  $V \Rightarrow$  Constante

Logo, podemos “sempre” utilizar a expressão  $V = \Delta S / \Delta t$  para calcular a velocidade escalar em qualquer instante num movimento uniforme.

### FUNÇÃO HORÁRIA DA POSIÇÃO



Fazendo  $t_0 = 0$

$S = S_0 + V.t$

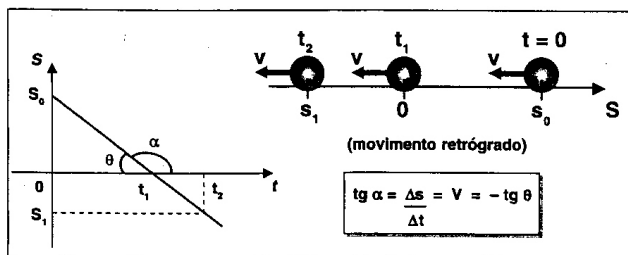
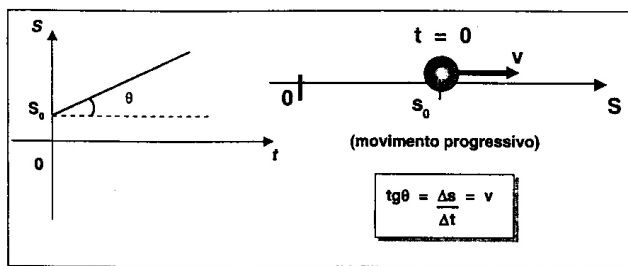
Esta equação (função) permite, a cada instante  $t$  do movimento, obter a posição  $S$ , do corpo móvel, localizado sobre uma trajetória.

$V > 0$  (Movimento progressivo)

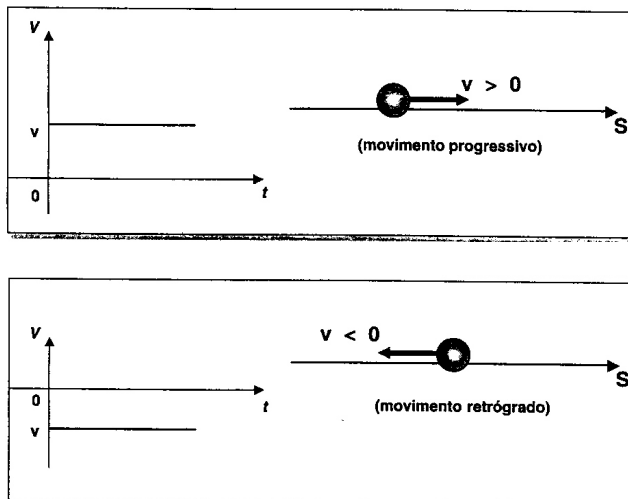
$V < 0$  (Movimento retrógrado)

### DIAGRAMAS HORÁRIOS

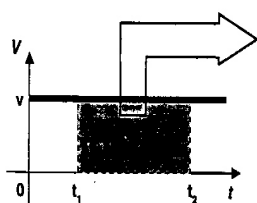
a) Gráficos S x t:



B) Gráficos  $V \times t$ :



**Propriedade do gráfico  $V \times t$ :**



Área limitada entre o gráfico e o intervalo de tempo entre  $t_1$  e  $t_2 \rightarrow \Delta S$  sofrido neste intervalo de tempo.

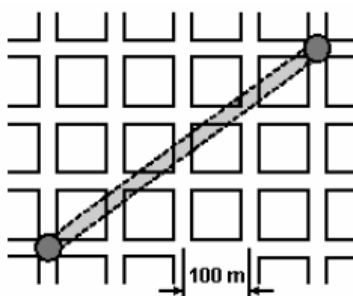
## Exercícios

**MOVIMENTO UNIFORME**

1.(Fuvest ) Dois carros, A e B, movem-se no mesmo sentido, em uma estrada reta, com velocidades constantes  $V_A=100\text{km/h}$  e  $V_B=80\text{km/h}$ , respectivamente.

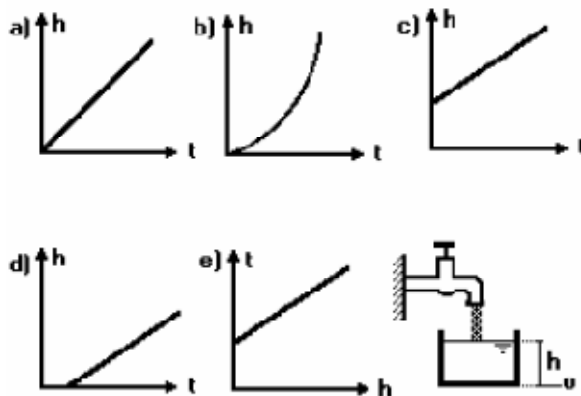
- a) Qual é, em módulo, a velocidade do carro B em relação a um observador no carro A?
- b) Em um dado instante, o carro B está 600m à frente do carro A. Quanto tempo, em horas, decorre até que A alcance B?

2. (Unicamp ) Os carros em uma cidade grande desenvolvem uma velocidade média de 18 km/h, em horários de pico, enquanto a velocidade média do metrô é de 36 km/h. O mapa adiante representa os quarteirões de uma cidade e a linha subterrânea do metrô.



- a) Qual a menor distância que um carro pode percorrer entre as duas estações?
- b) Qual o tempo gasto pelo metrô ( $T_m$ ) para ir de uma estação à outra, de acordo com o mapa?
- c) Qual a razão entre os tempos gastos pelo carro ( $T_c$ ) e pelo metrô para ir de uma estação à outra,  $T_c/T_m$ ? Considere o menor trajeto para o carro.

3. (Fei ) No sistema a seguir, o recipiente está inicialmente vazio. A torneira é aberta e, após algum tempo, o cronômetro é acionado. Sabendo-se que, a vazão da água é constante, qual dos gráficos a seguir representa a altura da água em função do tempo?



4. (Fei ) Em 1946 a distância entre a Terra e a Lua foi determinada pelo radar. Se o intervalo de tempo entre a emissão do sinal de radar e a recepção do eco foi de 2,56s, qual a distância entre a Terra e a Lua? (velocidade do sinal de radar é  $3 \times 10^8$  m/s).

- a)  $7,68 \cdot 10^8$  m   b)  $1,17 \cdot 10^8$  m   c)  $2,56 \cdot 10^8$  m   d)  $3,84 \cdot 10^8$  m   e)  $7,68 \cdot 10^8$  km

5. (Ufes ) O sonar de um barco de pesca localiza um cardume diretamente abaixo de embarcação. O tempo decorrido desde a emissão do sinal até a chegada do eco ao sonar é de 0,5s e a frequência do sinal recebido é maior que a frequência do sinal emitido. Se a velocidade de propagação do som na água do mar é de 1.600m/s, a profundidade do cardume e seu deslocamento relativo ao sonar, respectivamente, são

- a) 200 m, parado.  
 b) 400 m, aproximando-se.  
 c) 400 m, afastando-se.  
 d) 800 m, parado.  
 e) 800 m, aproximando-se.

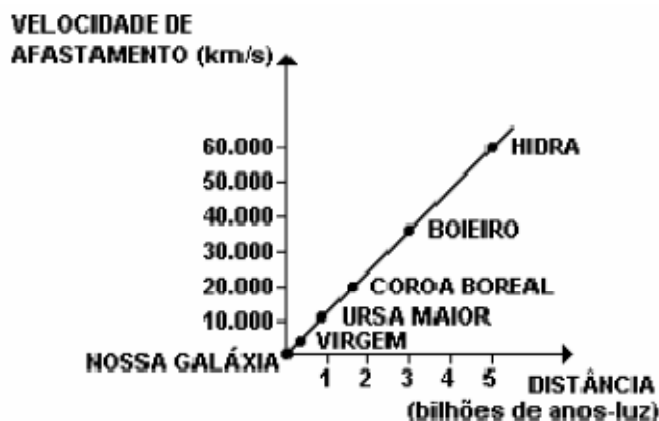
6. (Ufpe ) Decorrem 5,0s entre o instante em que um observador vê um relâmpago e o instante em que ouve o trovão. Aproximadamente, a quantos metros do observador caiu o raio?

- a)  $5,0 \times 10^2$    b)  $9,0 \times 10^2$    c)  $1,3 \times 10^3$    d)  $1,7 \times 10^3$    e)  $2,1 \times 10^3$

7. (Ufpe ) A imprensa pernambucana, em reportagem sobre os riscos que correm os adeptos da "direção perigosa", observou que uma pessoa leva cerca de 4,0 s para completar uma ligação de um telefone celular ou colocar um CD no aparelho de som de seu carro. Qual a distância percorrida por um carro que se desloca a 72 km/h, durante este intervalo de tempo no qual o motorista não deu a devida atenção ao trânsito?

- a) 40 m   b) 60 m   c) 80 m   d) 85 m   e) 97 m

8. (Ufrn ) A Lei de Hubble fornece uma relação entre a velocidade com que certa galáxia se afasta da Terra e a distância dela à Terra. Em primeira aproximação, essa relação é linear e está mostrada na figura a seguir, que apresenta dados de seis galáxias: a nossa, Via Láctea, na origem, e outras ali nomeadas. (No gráfico, um ano-luz é a distância percorrida pela luz, no vácuo, em um ano.)



Da análise do gráfico, conclui-se que:

- Quanto mais distante a galáxia estiver na Terra, maior a velocidade com que ela se afasta da Terra.
- Quanto mais próxima a galáxia estiver da Terra, maior a velocidade com que ela se afasta da Terra.
- Quanto mais distante a galáxia estiver da Terra, menor a velocidade com que ela se afasta da Terra.
- Não existe relação de proporcionalidade entre as distâncias das galáxias à Terra e as velocidades com que elas se afastam da Terra.

9. (Ufscar ) Três amigos, Antônio, Bernardo e Carlos, saíram de suas casas para se encontrarem numa lanchonete. Antônio realizou metade do percurso com velocidade média de 4 km/h e a outra metade com velocidade média de 6 km/h. Bernardo percorreu o trajeto com velocidade média de 4 km/h durante metade do tempo que levou para chegar à lanchonete e a outra metade do tempo fez com velocidade média de 6 km/h.

Carlos fez todo o percurso com velocidade média de 5 km/h. Sabendo que os três saíram no mesmo instante de suas casas e percorreram exatamente as mesmas distâncias, pode-se concluir que

- Bernardo chegou primeiro, Carlos em segundo e Antônio em terceiro.
- Carlos chegou primeiro, Antônio em segundo e Bernardo em terceiro.
- Antônio chegou primeiro, Bernardo em segundo e Carlos em terceiro.
- Bernardo e Carlos chegaram juntos e Antônio chegou em terceiro.
- os três chegaram juntos à lanchonete.

10. (Pucmg ) Uma martelada é dada na extremidade de um trilho. Na outra extremidade, encontra-se uma pessoa que ouviu dois sons separados por um intervalo de tempo de 0,18s. O primeiro dos sons se propaga através do trilho com uma velocidade de 3400m/s, e o segundo através do ar, com uma velocidade de 340m/s. O comprimento do trilho em metros será de:

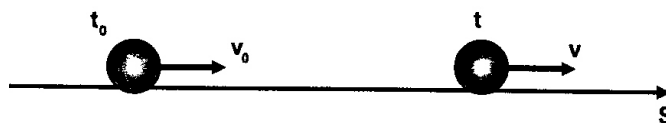
- 340m
- 68m
- 168m

### Gabarito

#### MOVIMENTO UNIFORME

- a) 20 km/h b)  $3,0 \cdot 10^2$  h
- a) 700 m b) 50 s c) 2,8
- [C] 4. [D] 5. [B] 6. [D] 7. [C] 8. [A] 9. [D] 10. [B]

## MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO



### ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA ( $a_m$ )

**Definição:** A aceleração média é a razão entre a variação  $\Delta V$  de velocidade e o intervalo de tempo  $\Delta t$  gasto em variá-la.

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t - t_0}$$

### ACELERAÇÃO INSTANTÂNEA(a):

A aceleração instantânea é a aceleração média tomada num intervalo de tempo extremamente pequeno, próximo de zero.

**Nota!** Nos movimentos retilíneos uniformemente variados, a aceleração média e a instantânea apresentam o mesmo valor.

No S.I. aceleração é medida em metros por segundo ao quadrado ( $m/s^2$ ).

### MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (M.U.V)

É um tipo de movimento cuja velocidade varia uniformemente, ou seja, varia a uma taxa fixa ( a **aceleração escalar é constante**).



Logo, podemos “sempre” utilizar a expressão  $a = \Delta V/\Delta t$  para calcular a aceleração escalar em qualquer instante num movimento uniformemente variado.

### FUNÇÃO HORÁRIA DE VELOCIDADE



Fazendo  $t_0 = 0$ ,

$$V = V_0 + a.t$$

Esta função permite calcular a velocidade do corpo como uma função do tempo, ou qualquer uma das grandezas relacionadas, conhecendo-se as demais.

#### Observação:

- **Movimento acelerado:** O módulo da velocidade escalar  **aumenta**  com o tempo (“pé no acelerador”). Ocorre quando:  **velocidade e aceleração escalares possuem o mesmo sinal algébrico.**

$v > 0$ (progressivo)	$v < 0$ (retrógrado)
$a > 0$	$a < 0$

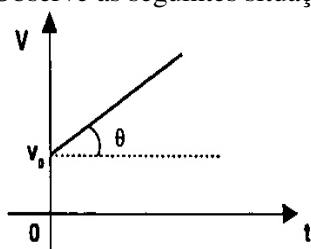
- **Movimento retardado:** O módulo da velocidade escalar **diminui** com o tempo (“pé no freio”).  
Ocorre quando: **velocidade e aceleração escalares possuem sinais algébricos diferentes.**

$v > 0$ (progressivo)	$v < 0$ (retrógrado)
$a < 0$	$a > 0$

### GRÁFICOS DO MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

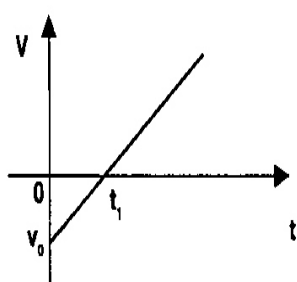
#### A) Gráficos $V \times t$ :

Como neste tipo de movimento a aceleração escalar é constante, a inclinação também será constante. Portanto, a única representação gráfica possível para este tipo de comportamento seria aquela que expressa uma relação linear do tipo  $V = V_0 + a.t$ , ou seja uma reta (inclinada “para cima” se  $a > 0$  ou inclinada “para baixo” se  $a < 0$ )  
Observe as seguintes situações:

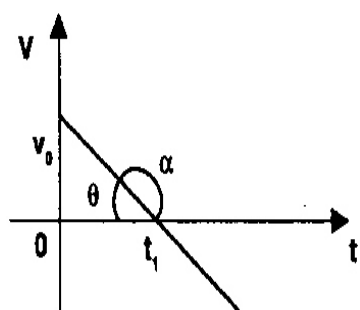


Para qualquer instante  $t$ :  $V > 0$  e  $a > 0$   
(progressivo e acelerado)

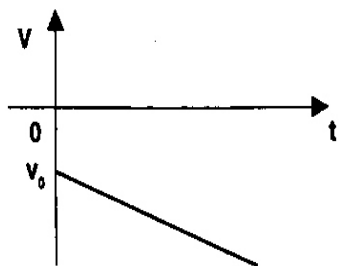
$$\text{Tg}\theta = \Delta V / \Delta t = a$$



De  $0$  a  $t_1$ :  $V < 0$  e  $a > 0$   
(retrógrado e retardado)  
 $t_1$ :  $V = 0$  (pára) e  $a > 0$   
Para  $t > t_1$ :  $V > 0$  e  $a > 0$   
(progressivo e acelerado)

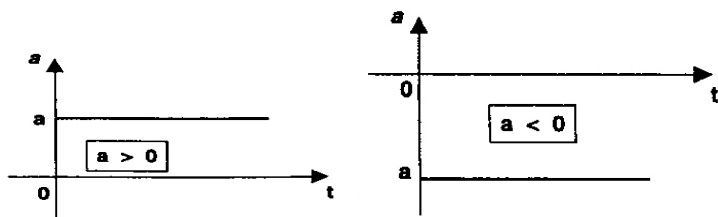


De  $0$  a  $t_1$ :  $V > 0$  e  $a < 0$   
(progressivo e retardado)  
 $t_1$ :  $V = 0$  (pára) e  $a < 0$   
Para  $t > t_1$ :  $V < 0$  e  $a < 0$   
(retrógrado e acelerado)



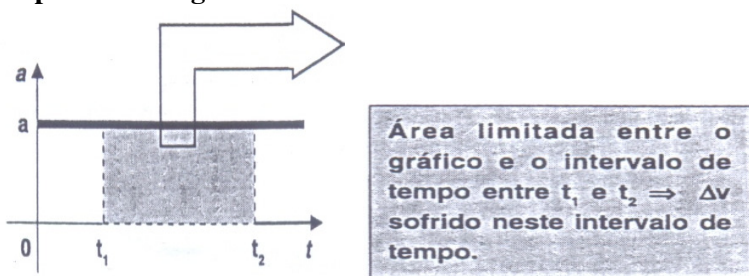
Para qualquer instante  $t$ :  
 $v < 0$  e  $a > 0$   
 (retrogrado e acelerado)

**B) Gráfico  $a \times t$ :**



Repare que, em qualquer instante de tempo, a aceleração escalar é CONSTANTE.

**Propriedade do gráfico  $a \times t$ :**



Área limitada entre o gráfico e o intervalo de tempo entre  $t_1$  e  $t_2 \Rightarrow \Delta v$  sofrido neste intervalo de tempo.

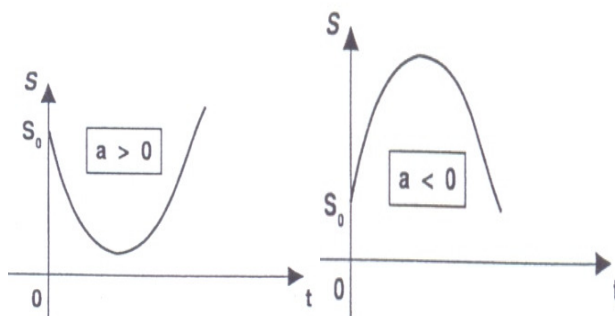
**Função horária da posição no M.U.V.:**

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

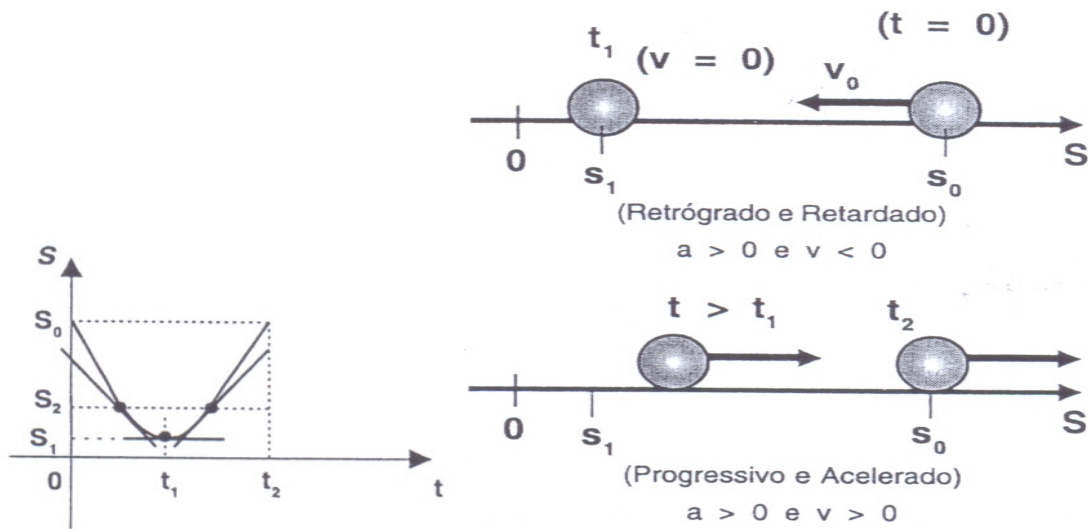
Note que existe uma **relação quadrática entre S e t.**

**C) Gráfico  $S \times t$ :**

Como a relação entre S e t se manifesta como uma função do 2º grau temos:

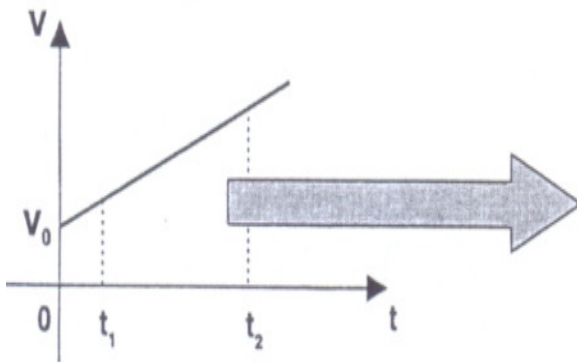


Observe o exemplo abaixo:



**Nota importante:** Observe as inclinações das retas tangentes (velocidades instantâneas de 0 a  $t_1$ , em  $t_1$  e de  $t_1$  em diante!!!)

**Propriedade dos gráficos V x t:**



Área entre o gráfico e o intervalo de tempo definido entre  $t_1$  e  $t_2 \Rightarrow \Delta s$  sofrido neste intervalo de tempo.

Na posição  $S_2$ , as inclinações das tangentes são iguais (velocidades iguais), porém, com sinais opostos (retrógrado / retardado; progressivo / acelerado).

**Velocidade média no M.U.V.:**



$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{v_0 + v}{2}$$



**IMPORTANTE PROPRIEDADE DO M.R.U.V:**

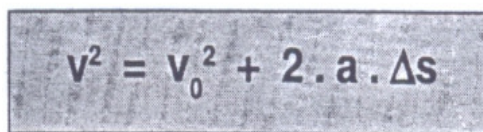
A aceleração escalar média da partícula correspondente ao intervalo de tempo entre dois determinados instantes vale a média aritmética das velocidades instantâneas que a partícula apresenta nos citados instantes.

Exemplo: (MACK-SP) Um corpo é acelerado uniformemente a partir do repouso e, num dado instante, adquire velocidade constante. A velocidade escalar média do corpo na etapa acelerada foi de 36 KM/h. O espaço percorrido na segunda etapa, num intervalo de 1min(minuto), foi:

1ª etapa: (M.R.U.V):  $V_m = \frac{V_0 + V}{2} \rightarrow 36 = \frac{0 + V}{2} \rightarrow V = 72 \text{ Km/h}$

2ª etapa: (M.R.U) :  $\Delta S = V \cdot \Delta t \rightarrow \Delta S = \frac{72}{60} \rightarrow \Delta S = 1,2 \text{ Km}$

**A equação de Torricelli:** (equação independente do tempo).


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

A equação de Torricelli relaciona as velocidades do móvel em dois instantes, com o deslocamento do móvel entre estes instantes, e a aceleração. Esta equação permite resolver problemas de movimento uniformemente variado, em que não entre o fator tempo.

**IMPORTANTE!** Qualquer problema de M.U.V. pode ser resolvido usando um dos sistemas seguintes:

$V = V_0 + a \cdot t$   
 $\Delta S = V_0 \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2$   
ou  
 $V = V_0 + a \cdot t$   
 $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$   
ou ainda  
 $\Delta S = V_0 \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2$   
 $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$

Observe que qualquer um dos sistemas relaciona cinco variáveis (V, V<sub>0</sub>, a, t e ΔS), dadas três delas o sistema fica determinado, e podemos achar os valores correspondentes das outras duas.

## Exercícios

### MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

1. (Unesp) Um jovem afoito parte com seu carro, do repouso, numa avenida horizontal e retilínea, com uma aceleração constante de 3m/s<sup>2</sup>. Mas, 10 segundos depois da partida, ele percebe a presença da fiscalização logo adiante. Nesse instante ele freia, parando junto ao posto onde se encontram os guardas.

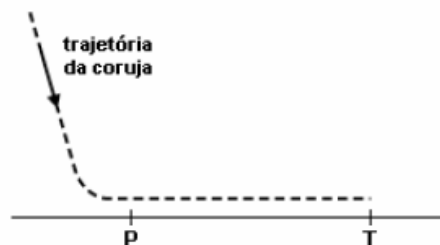
- a) Se a velocidade máxima permitida nessa avenida é 80km/h, ele deve ser multado? Justifique.
- b) Se a freagem durou 5 segundos com aceleração constante, qual a distância total percorrida pelo jovem, desde o ponto de partida ao posto de fiscalização?

2. (Unesp) Uma norma de segurança sugerida pela concessionária de uma auto-estrada recomenda que os motoristas que nela trafegam mantenham seus veículos separados por uma "distância" de 2,0 segundos.

- a) Qual é essa distância, expressa adequadamente em metros para veículos que percorrem a estrada com a velocidade constante de 90 km/h?

b) Suponha que, nessas condições, um motorista freie bruscamente seu veículo até parar, com aceleração constante de módulo  $5,0\text{m/s}^2$ , e o motorista de trás só reaja, freando seu veículo, depois de  $0,50\text{s}$ . Qual deve ser a aceleração mínima do veículo de trás para não colidir com o da frente?

3. (Unesp ) Um rato, em sua ronda à procura de alimento, está parado em um ponto P, quando vê uma coruja espreitando-o. Instintivamente, ele corre em direção à sua toca T, localizada a  $42\text{ m}$  dali, em movimento retilíneo uniforme e com velocidade  $v = 7\text{ m/s}$ . Ao ver o rato, a coruja dá início à sua caçada, em um mergulho típico, como o mostrado na figura.



Ela passa pelo ponto P,  $4\text{ s}$  após a partida do rato e a uma velocidade de  $20\text{ m/s}$ .

- Considerando a hipótese de sucesso do rato, em quanto tempo ele atinge a sua toca?
- Qual deve ser a aceleração média da coruja, a partir do ponto P, para que ela consiga capturar o rato no momento em que ele atinge a entrada de sua toca?

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

- De acordo com a recomendação acima, qual deveria ser a distância mínima separando os dois veículos?
- O carro mantém uma separação de apenas  $10\text{m}$  quando o motorista do caminhão freia bruscamente. O motorista do carro demora  $0,50$  segundo para perceber a freada 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.

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

- Qual o valor da aceleração?
- Qual a distância percorrida em  $10\text{s}$ ?
- Qual deve ser o comprimento mínimo da faixa de aceleração?

#### TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO

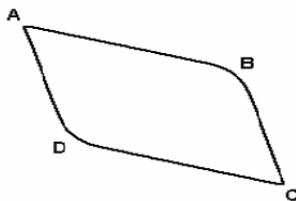
(Cesgranrio) A Mercedes-Benz está lançando no mercado (restrito) um carro que custa a bagatela de  $2$  milhões de dólares (ou  $\text{R}\$3.000.000,00$ , de acordo com a reportagem). Trata-se de um carro que atinge a velocidade de  $100\text{km/h}$  em  $3,8$  segundos, com um consumo de  $3$  quilômetros por litro de gasolina. Segundo a reportagem, "na arrancada, o corpo do motorista é pressionado para trás com uma força espantosa, algo como um peso de  $60$  quilos empurrando o tórax contra o banco. Em  $10$  segundos, o ponteiro passa dos  $200$ . É um monstro capaz de atingir  $320\text{km/h}$ . Se algum brasileiro decidisse adquirir o carro mais caro do mundo, pagaria todos os anos,  $\text{R}\$150.000,00$  de IPVA, mais  $\text{R}\$300.000,00$  de Seguro".

6. Considere que a aceleração do automóvel durante os  $3,8$  segundos seja constante. A aceleração do Mercedes-Benz, em  $\text{m/s}^2$ , durante os  $3,8$  segundos, foi de, aproximadamente:

- $7,3$
- $5,7$
- $4,2$
- $3,1$
- $2,3$

7. (Ita) No arranjo mostrado a seguir, do ponto A largamos com velocidade nula duas pequenas bolas que se moverão sob a influência da gravidade em um plano vertical, sem rolamento ou atrito, uma pelo trecho ABC e a outra pelo trecho ADC. As partes AD e BC dos trechos são paralelas e as partes AB e DC também.

Os vértices B de ABC e D de ADC são suavemente arredondados para que cada bola não sofra uma brusca mudança na sua trajetória.



Pode-se afirmar que:

- a) A bola que se move pelo trecho ABC chega ao ponto C primeiro.
- b) A bola que se move pelo trecho ADC chega ao ponto C primeiro.
- c) As duas bolas chegam juntas ao ponto C.
- d) A bola de maior massa chega primeiro (e se tiverem a mesma massa, chegam juntas).
- e) É necessário saber as massas das bolas e os ângulos relativos à vertical de cada parte dos trechos para responder.

8. (Puccamp) 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

- a)  $-16 - 3t$
- b)  $-6t$
- c)  $4 - 6t$
- d)  $4 - 3t$
- e)  $4 - 1,5t$

9. (Pucrs) Um "motoboy" muito apressado, deslocando-se a  $30\text{m/s}$ , freou para não colidir com um automóvel a sua frente. Durante a frenagem, sua moto percorreu  $30\text{m}$  de distância em linha reta, tendo sua velocidade uniformemente reduzida até parar, sem bater no automóvel. O módulo da aceleração média da moto, em  $\text{m/s}^2$ , enquanto percorria a distância de  $30\text{m}$ , foi de

- a) 10
- b) 15
- c) 30
- d) 45
- e) 108

10. (Pucsp) Ao iniciar a travessia de um túnel retilíneo de  $200$  metros de comprimento, um automóvel de dimensões desprezíveis movimenta-se com velocidade de  $25\text{m/s}$ . Durante a travessia, desacelera uniformemente, saindo do túnel com velocidade de  $5\text{m/s}$ .



O módulo de sua aceleração escalar, nesse percurso, foi de

- a)  $0,5 \text{ m/s}^2$
- b)  $1,0 \text{ m/s}^2$
- c)  $1,5 \text{ m/s}^2$
- d)  $2,0 \text{ m/s}^2$
- e)  $2,5 \text{ m/s}^2$

11. (Ufrj) Dois móveis A e B tem equações horárias, respectivamente iguais a:  $S_A=80-5t$  e  $S_B=10+2t_2$ , onde  $S_A$  e  $S_B$  estão em metros e  $t$  em segundos. Pode-se afirmar que

- a) os móveis A e B têm posições iniciais, respectivamente iguais a  $10\text{m}$  e  $80\text{m}$ .
- b) o movimento de A é progressivo e de B retrógrado.
- c) os movimentos de A e B têm velocidades constantes.
- d) ambos têm movimentos progressivos.
- e) o móvel A tem velocidade constante e B aceleração constante.

12. Um veículo fura um bloqueio policial, colocado no Km 0 de uma rodovia, a uma velocidade média de 30,0 m/s. Quando a viatura da Polícia Civil arrancou para perseguição, o evasor já havia percorrido 675 m. O carro Policial emparelha com o fugitivo 2025 m após ter arrancado. Considerando que durante todo o evento o veículo fugitivo manteve a velocidade média constante e o carro Policial a aceleração média constante, **qual o módulo da aceleração média mantida pela viatura durante a perseguição?** Dados: Rodovia retilínea.

- A ( ) 1 m/s<sup>2</sup>
- B ( ) 2 m/s<sup>2</sup>.
- C ( ) 3 m/s<sup>2</sup>;
- D ( ) 4 m/s<sup>2</sup>;
- E ( ) 5 m/s<sup>2</sup>;

13. A posição de um móvel em movimento retilíneo é dada pela função horária  $x = 4 + 20t - 2t^2$ , onde  $x$  está em metros e  $t$  em segundos. Podemos afirmar que a velocidade do corpo é igual à zero, no instante:

- A)  $t = 1$  s
- B)  $t = 2$  s
- C)  $t = 3$  s
- D)  $t = 4$  s
- E)  $t = 5$  s

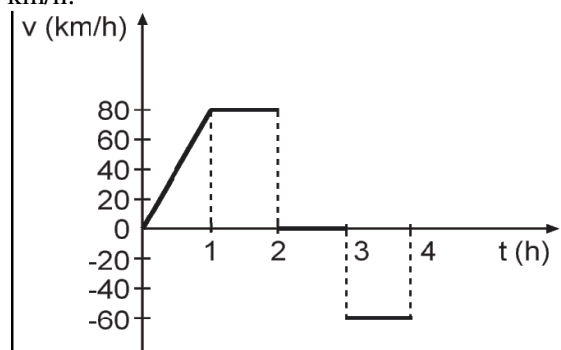
14 Um carro percorrendo uma estrada retilínea e plana com uma velocidade constante  $v_1 = 72$  km/h passa por outro que está em repouso no instante  $t = 0$ s. O segundo carro acelera para alcançar o primeiro com aceleração  $a_2 = 2,0$  m/s<sup>2</sup>. O tempo que o segundo carro leva para atingir a mesma velocidade do primeiro é:

- (A) 1,0s
- (B) 2,0s
- (C) 5,0s
- (D) 10,0s
- (E) 20,0s

15. No Estado de São Paulo, é comum que as estradas apresentem dois diferentes limites de velocidade; um para caminhões e ônibus e outro, para automóveis. Na Rodovia dos Bandeirantes, por exemplo, essas velocidades são, respectivamente, 90 km/h e 120 km/h. Um automóvel entra nessa rodovia 10 minutos depois de um caminhão, sendo que ambos trafegam com a velocidade máxima permitida. Pode-se prever que o automóvel irá ultrapassar o caminhão em, aproximadamente,

- (A) 5 minutos.
- (B) 10 minutos.
- (C) 20 minutos.
- (D) 30 minutos.
- (E) 40 minutos.

16. Um carro faz um trajeto realizando movimentos retilíneos, como mostrado no gráfico da velocidade em função do tempo da figura abaixo. Determine a sua velocidade média entre os instantes  $t = 0$  h e  $t = 4$  h, em km/h.



- A) 15
- B) 20
- C) 25
- D) 30
- E) 35

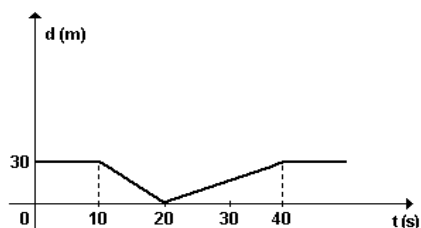
**Gabarito**

**MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO**

- . a) O jovem deve ser multado pois sua velocidade é de 108 km/h e, portanto, maior do que 80 km/h.
- b) 225 metros.
- 2. a) 50 m
- b)  $3,125 \text{ m/s}^2$  (em módulo)
- 3. a) 6s
- b)  $1 \text{ m/s}^2 \text{ m/s}^2$
- 4. a) 27 m
- b) Durante o tempo de reação (0,50s) o carro anda 15 m.
- 5. a)  $a = 1,54 \text{ m/s}^2$
- b)  $\Delta s = 77 \text{ m}$
- c)  $\Delta s = 250 \text{ m}$
- 6. [A] 7. [B] 8. [C] 9. [B] 10. [C] 11. [E] 12. [B] 13. [E] 14.[D] 15.[D] 16. [A]

**Exercícios de GRÁFICOS**

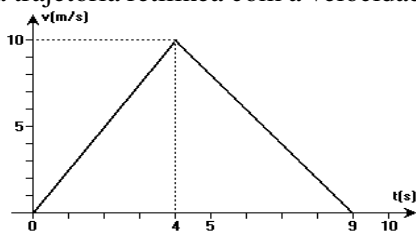
1. (Udesc) A posição de um corpo varia em função do tempo, de acordo com o gráfico a seguir



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.

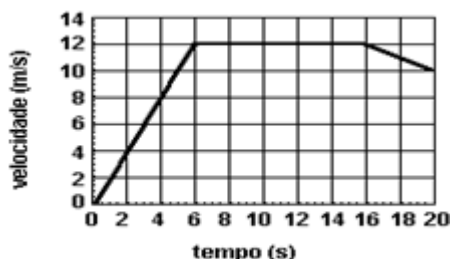
2. (Ufes) Uma partícula move-se numa trajetória retilínea com a velocidade mostrada no gráfico a seguir.



Determine

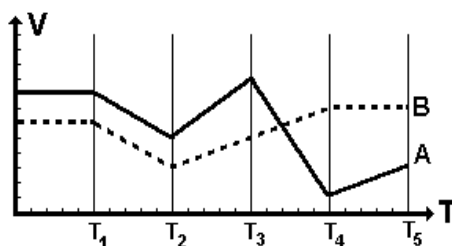
- a) o deslocamento da partícula no intervalo 0s a 9s;
- b) a velocidade média no intervalo 0s a 9s;
- c) a aceleração no instante t=5s.

3. (Unicamp) O gráfico a seguir representa aproximadamente a velocidade de um atleta em função do tempo em uma competição olímpica.



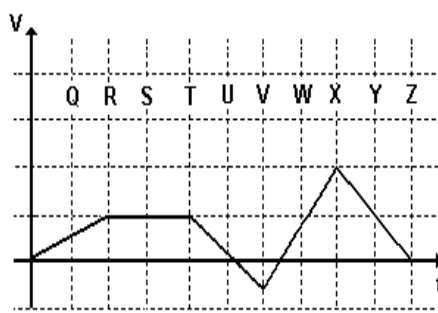
- a) Em que intervalo o módulo da aceleração tem o menor valor?
- b) Em que intervalo de tempo o módulo da aceleração é máximo?
- c) Qual é a distância percorrida pelo atleta durante os 20s?
- d) Qual a velocidade média do atleta durante a competição?

4. (Fuvest) A figura adiante representa as velocidades em função do tempo de dois corpos, que executam movimentos verticais. O corpo A, de massa  $M$ , é descrito por uma linha contínua; o corpo B, de massa  $3M$ , por uma linha tracejada. Em um dos intervalos de tempo listados adiante, ambos estão sobre a ação exclusiva de um campo gravitacional constante. Tal intervalo é:



- a) de  $0$  a  $T_1$
- b) de  $T_1$  a  $T_2$
- c) de  $T_2$  a  $T_3$
- d) de  $T_3$  a  $T_4$
- e) de  $T_4$  a  $T_5$

5. (Ufrs) O gráfico representa a variação do módulo da velocidade  $v$  de um corpo, em função do tempo.

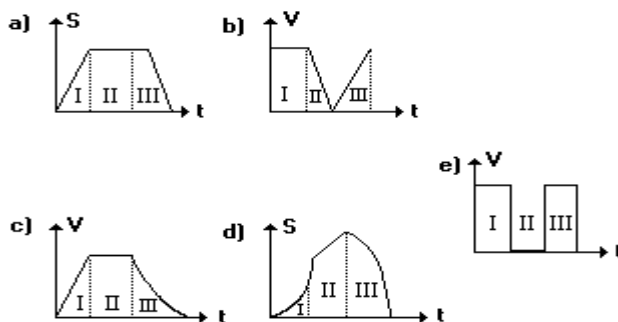


A seqüência de letras que aparece no gráfico corresponde a uma sucessão de intervalos iguais de tempo. A maior desaceleração ocorre no intervalo delimitado pelas letras

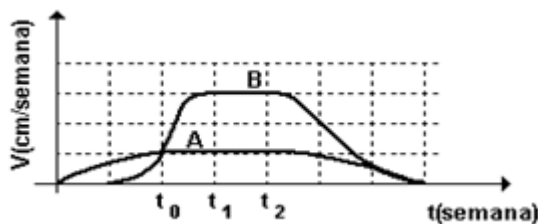
- a) Q e R.
- b) R e T.
- c) T e V.
- d) V e X.
- e) X e Z.

6. (Fei) Em qual dos gráficos da figura a seguir estão representados:

- I - movimento uniformemente acelerado
- II - movimento uniforme
- III - movimento uniformemente retardado



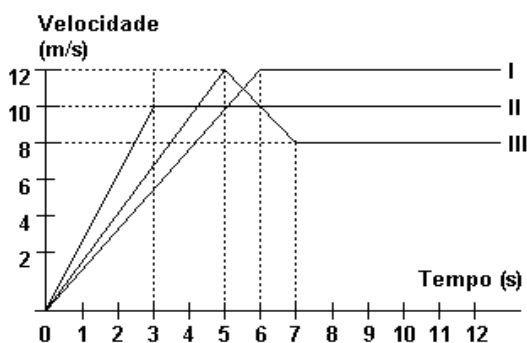
7. (Fuvest) As velocidades de crescimento vertical de duas plantas A e B, de espécies diferentes, variaram, em função do tempo decorrido após o plantio de suas sementes, como mostra o gráfico.



É possível afirmar que:

- a) A atinge uma altura final maior do que B
- b) B atinge uma altura final maior do que A
- c) A e B atingem a mesma altura final
- d) A e B atingem a mesma altura no instante  $t_0$
- e) A e B mantêm altura constante entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$

8. (Puc-rio) O gráfico a seguir mostra as velocidades de 3 corredores de uma prova de 100 metros rasos, em função do tempo.



Que corredor venceu a prova e qual teve o pior desempenho, respectivamente?

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) II e I.
- e) III e II.

**Gabarito**  
**GRÁFICOS**

- 1. a) 30 m    b) -3,0 m/s    c) 7,5 m
- 2. a) 45 m    b) 5 m/s
- 3. a) Entre 6 s e 16 s
- b) Entre 0 e 6 s
- c) 200 m
- d) 10 m/s
- 4. [B]    5. [E]    6. [D]    7. [B]    8. [B]    9.

## MOVIMENTOS VERTICAIS NA AUSÊNCIA DE RESISTÊNCIA DO AR (QUEDAS E LANÇAMENTOS)

### QUEDA LIVRE NO VÁCUO

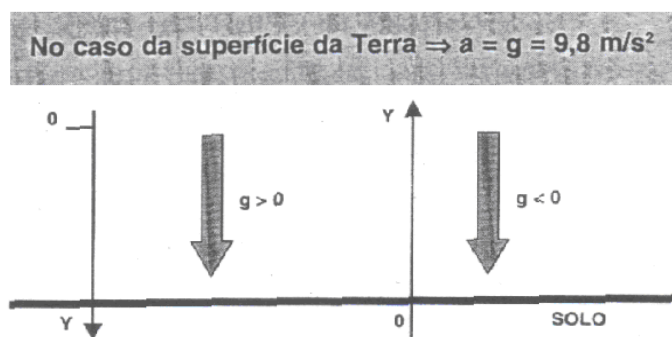
Movimento vertical para baixo, com velocidade inicial nula e aceleração constante e igual à aceleração da gravidade (M.R.U.A.).

### LANÇAMENTO VERTICAL NO VÁCUO:

Movimento vertical, com velocidade inicial diferente de zero e aceleração constante e igual à aceleração da gravidade. Os vetores velocidade inicial e aceleração são paralelos: Movimento retilíneo uniformemente variado (acelerado e/ou retrogrado).

### Lei da queda dos corpos de Galileu:

Na ausência de resistência do ar, todos os corpos, nas proximidades da superfície da Terra, caem com a mesma aceleração constante.



**Equação do movimento:**

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{gt^2}{2}$$
$$v = v_0 + g \cdot t$$
$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta y$$

Na queda livre,  $V_0 = 0$  (a partícula parte do repouso).

Uma observação importante é a seguinte:

$S = gt^2/2$ ; nas proximidades da superfície da Terra,  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ , ou seja  $S = 5t^2$ .

Portanto,

t = 0	S = 0
t = 1s	S = 5m
t = 2s	S = 20m
t = 3s	S = 45m
t = 4s	S = 80m
t = 5s	S = 125m

Note que, em cada segundo, os deslocamentos sofridos estão em P.A. de razão igual a 10.

**5,15,25,35,45...**

Logo, durante uma queda, os corpos sofrem, a cada segundo, deslocamentos que estão em P.A., cuja razão é igual à aceleração do movimento.

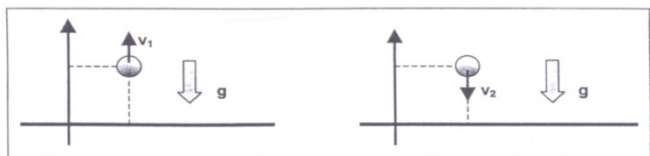
Repare também que:  $5 = 5.1$ ;  $15 = 5.3$ ;  $25 = 5.5$ ;  $35 = 5.7$ ;  $45 = 5.9$  ....



Deste modo, concluímos que os deslocamentos sofridos, em cada segundo, são proporcionais aos números ímpares, sendo a constante de proporcionalidade igual à metade da aceleração (no caso acima, igual a 5).

**Conseqüência do lançamento vertical**

1. Num lançamento vertical para cima, o módulo da velocidade da partícula num determinado ponto durante a subida é igual ao módulo da velocidade, neste mesmo ponto, durante a descida.
- 2.



$$v_1 = -v_2$$

3. O tempo de subida ( $t_s$ ) é igual ao tempo de descida ( $t_d$ ) num certo ponto da trajetória vertical

$$t_{sub} = t_{desc}$$

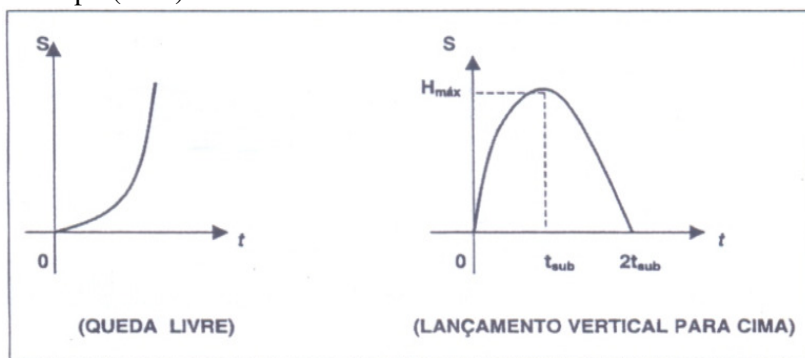
4. Ao atingir a altura máxima, a velocidade escalar instantânea é nula.

Logo,

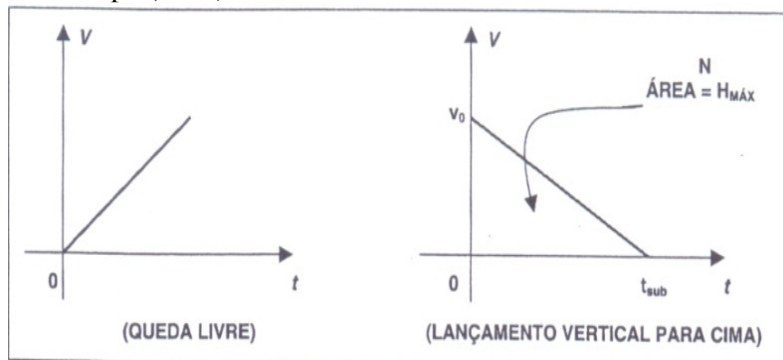
$$t_{sub} = t_{desc} = \frac{V_0}{g} \quad e \quad H_{m\acute{a}x} = \frac{V_0^2}{2g}$$

**Gráficos**

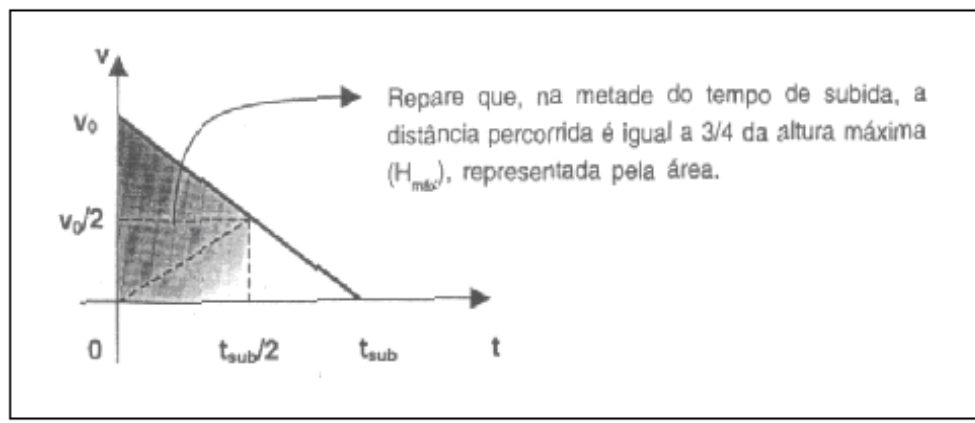
1. Posição versus tempo (S x t)



2. Velocidade versus tempo (V x t)



Obs.: Observe o gráfico abaixo:



1. Um jarro de flores cai do alto de um edifício de 30 m. Calcule a sua velocidade quando ele se encontra a 10 m do solo. Despreze a resistência do ar.

- A) 10 m/s
- B) 20 m/s
- C) 30 m/s
- D) 40 m/s
- E) 50 m/s

2. Após os avanços nos estudos feitos por Arquimedes, a próxima grande contribuição para a Física foi dada por Galileu Galilei (1564-1642), no século XVII, ao desvendar corretamente, pela primeira vez, como ocorre a queda livre dos corpos, quando soltos próximos à superfície da Terra. Desprezando a ação do ar, ele enunciou: todos os corpos soltos em um mesmo local, livres da resistência do ar, caem com uma mesma aceleração, quaisquer que sejam suas massas. Essa aceleração é denominada gravidade ( $g$ ). Com base nas hipóteses de Galileu e considerando que a aceleração da gravidade ( $g$ ) na Terra é igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e que o atrito com o ar é desprezível, assinale a opção correta.

A Um objeto em queda vertical realiza um movimento retilíneo uniforme.

B Para que uma pedra abandonada de uma altura de 3,2 m acima do solo lunar gaste 2,0 s para atingir o solo é necessário que a aceleração da gravidade local seja duas vezes menor que a aceleração da gravidade na Terra.

C Na Lua, onde a aceleração da gravidade é menor que a da Terra, os corpos com massas maiores têm tempos de queda livre menores do que aqueles corpos com massas menores.

D O módulo da velocidade dos corpos em queda livre cresce linearmente com o tempo de queda.

### Gabarito

- 1. B
- 2. D