

Cinemática 7 – Lançamento vertical para cima

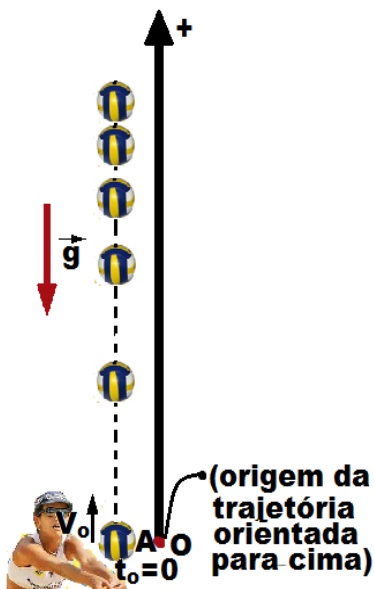
Formulário completo de Física com informações úteis

(dicas para vestibulares)

Cinemática 7

Lançamento vertical para cima

Considere um corpo lançado verticalmente para cima, a partir de um ponto A (origem), com velocidade escalar inicial V_0 .



$a = -g$ (sentido de g contrário ao do referencial)
espaço (posição) inicial $\triangleright S_0=0$ \triangleright (partiu da origem)
 $V_0 \neq 0$

Equações

→ velocidade $\triangleright V = V_0 + at$ $\triangleright V = V_0 - gt$

→ posição (espaço, altura) $\triangleright S = S_0 + V_{0t} + \frac{at^2}{2}$ \triangleright

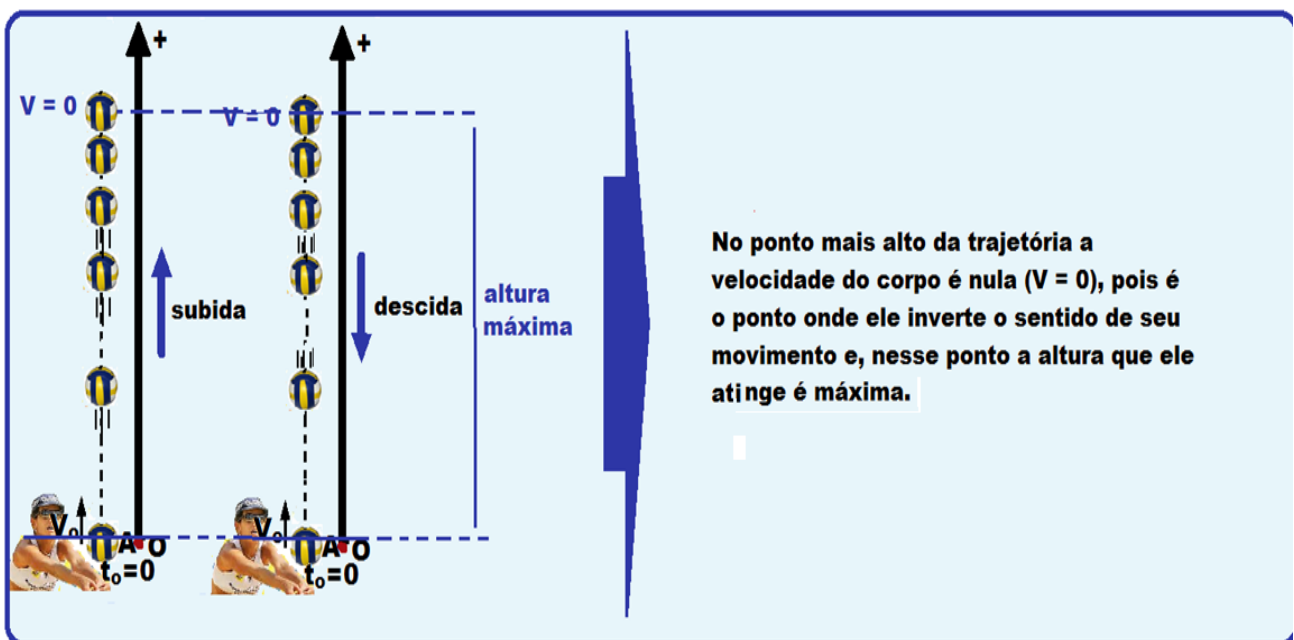
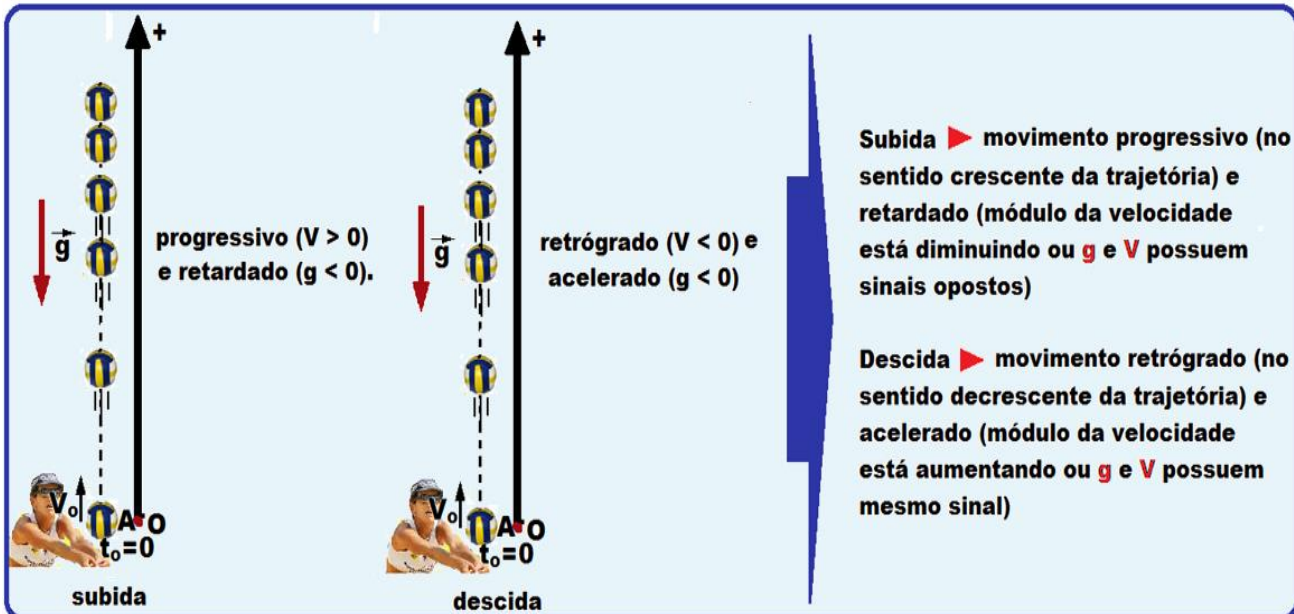
$$h = V_{0t} - \frac{gt^2}{2}$$

→ equação de Torricelli $\triangleright V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$ \triangleright

$$V^2 = V_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

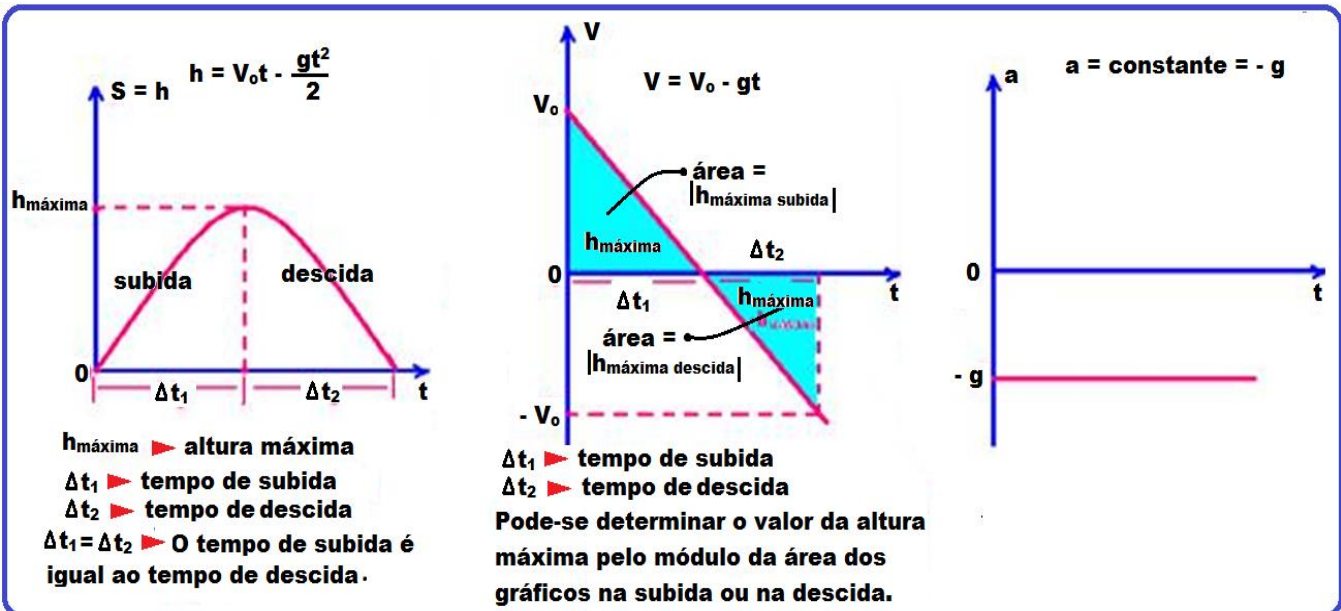
Informações úteis – Dicas





- O tempo subida é igual ao tempo de descida.
- A velocidade (V_0) de lançamento na origem é igual à mesma velocidade de chegada à origem, mas de sinal contrário ($-V_0$).
- Em qualquer ponto da trajetória o corpo tem duas velocidades de mesmo módulo, uma positiva na subida e uma negativa na descida.
- Se um móvel A partir um tempo x antes de um móvel B, têm-se: $t_A - t_B = x$
- $t_A = t_B + x$, que deve-se substituir nas funções horárias do espaço ou da velocidade para continuar a resolução do exercício.

► **Representação gráfica do movimento:**



Queda livre vertical

Formulário completo de Física com informações úteis

(dicas para vestibulares)

Cinemática 8

Queda livre vertical

Corpo abandonado de certa altura h do solo

Colocando a **origem da trajetória no ponto de onde ele é abandonado e orientando a trajetória para baixo**, tem-se:

$S_0 = 0$ origem da trajetória
 $V_0 = 0$



$S_0 = 0$ (a origem da trajetória é o ponto de partida)
 $a + g$ (a trajetória é orientada para baixo)
 $V_0 = 0$ (o corpo é abandonado na origem)

Equação horária do espaço da queda livre

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow h = S = 0 + 0t + \frac{gt^2}{2}$$

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

Equação horária da velocidade da queda livre

$$V = V_0 + at \Rightarrow V = 0 + gt$$

$$V = gt$$

Equação de Torricelli

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow V^2 = 0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

$$V^2 = 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

Corpo lançado verticalmente para baixo com velocidade inicial V_0 diferente de 0 e certa altura h do solo.

Colocando a **origem da trajetória no ponto de onde ele é abandonado e orientando a trajetória para baixo**, tem-se:

$V_0 \neq 0$ origem da trajetória
 $S_0 = 0$



$S_0 = 0$ (a origem da trajetória é o ponto de partida)
 $a + g$ (a trajetória é orientada para baixo)
 $V_0 \neq 0$ (corpo lançado para baixo)

Equação horária do espaço da queda livre

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow h = S = 0 + V_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$h = V_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

Equação horária da velocidade da queda livre

$$V = V_0 + at \Rightarrow V = V_0 + gt$$

$$V = V_0 + gt$$

Equação de Torricelli

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot g \cdot \Delta h$$

Informações úteis (Dicas)

★ **Se um objeto é abandonado do interior de outro está descendo com velocidade V_0 , deve-se considerar como se o objeto estivesse sendo lançado verticalmente para baixo com velocidade V_0 .**

Exemplo ➔ **Um helicóptero desce verticalmente em movimento uniforme com velocidade constante**



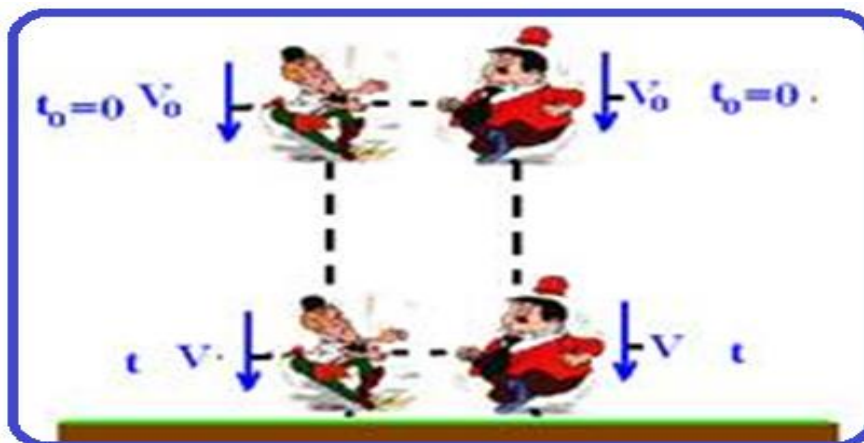
de 50 km/h, quando um pedra é abandonada de seu interior. Nesse caso, a pedra, ao abandonar o helicóptero tem a velocidade dele, ou seja, $V_0 = 50 \text{ km/h}$.



Corpos abandonados com $V_0 = 0$ ou lançados verticalmente para baixo com mesma velocidade $V_0 \neq 0$ de um mesmo local e da mesma

altura (desprezando-se os efeitos do ar) demoram o mesmo tempo para chegar ao solo, independente de suas massas.

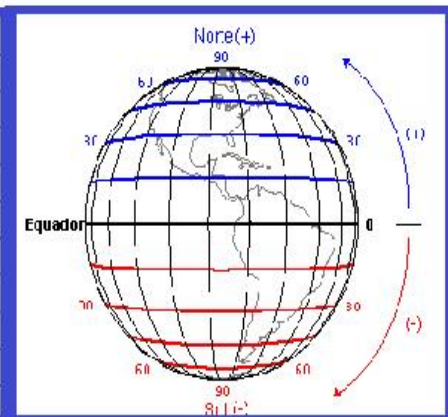
A velocidade com que eles chegam ao solo também é a mesma.



★ **A aceleração da gravidade g varia com a latitude e altitude, mas, próximo à superfície da Terra, pode-se considerá-la como constante e de valor $g = 10 \text{ m/s}^2$. Mas, lembre-se de que medida a**

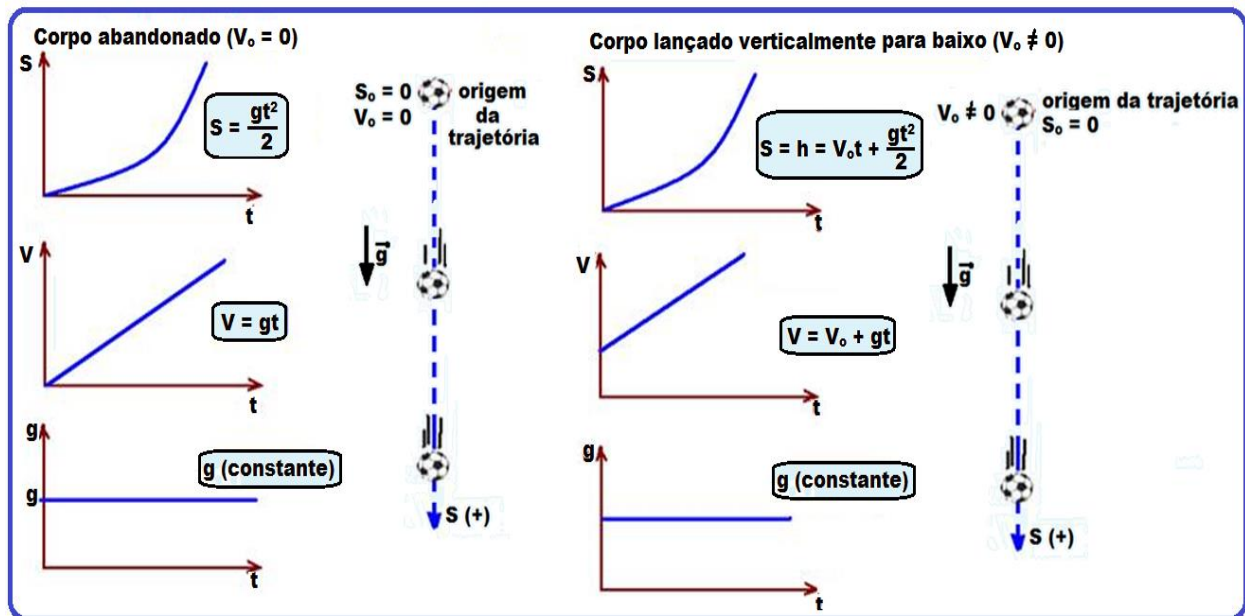


Latitude	$g(\text{m/s}^2)$
0°	9,78030
10°	9,78186
20°	9,78634
30°	9,79321
40°	9,80166
50°	9,81066
60°	9,81914
70°	9,82606
80°	9,83058
90°	9,83216



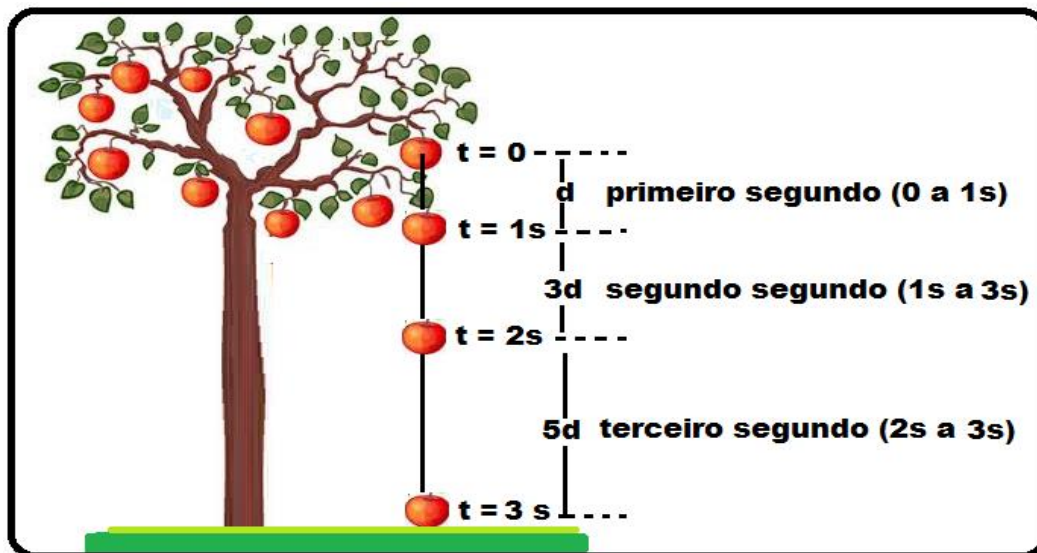
uma latitude de 45° e ao nível do mar, ela é chamada aceleração normal da gravidade e vale $g = 9,80655 \text{ m/s}^2$.

★ Gráficos da queda livre, com o corpo partindo da origem e a trajetória orientada para baixo.



★ Proporções de Galileu para queda livre com $V_0 = 0$ e desprezando-se a resistência do ar.

Para intervalos de tempos iguais e consecutivos, um corpo em queda livre percorre distâncias cada

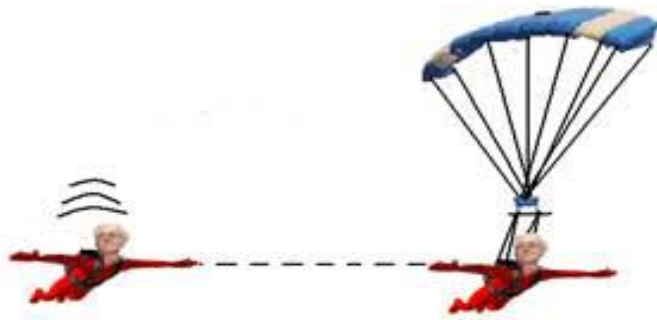


vez maiores, na proporção dos ímpares consecutivos: no primeiro segundo, o móvel cai uma distância d ; no segundo seguinte, percorre $3d$; no terceiro segundo, $5d$, e assim por diante.

xercícios com resoluções sobre lançamento vertical para cima

Exercícios com resoluções sobre lançamento vertical para cima

01-(UFB) Duas pessoas encontram-se em queda de uma mesma altura, uma com o pára-quedas aberto e a outra com ele fechado. Quem chegará primeiro ao solo, se o meio for:



a) o vácuo?

b) o ar?

02-(UFJF-MG) Um astronauta está na superfície da Lua, quando solta simultaneamente duas bolas



maciças, uma de chumbo e outra de madeira, de uma altura de 2,0 m em relação à superfície. Nesse caso, podemos afirmar que:

a) a bola de chumbo chegará ao chão bem antes da bola de madeira

b) a bola de chumbo chegará ao chão bem depois da bola de madeira.

c) a bola de chumbo chegará ao chão um pouco antes da bola de madeira, mas perceptivelmente antes.

d) a bola de chumbo chegará ao chão ao mesmo tempo que a bola de madeira.

e) a bola de chumbo chegará ao chão um pouco depois da bola de madeira, mas perceptivelmente depois.

03-(Uerj-RJ) Foi veiculada na televisão uma propaganda de uma marca de biscoitos com a seguinte cena: um jovem casal estava em um mirante sobre um rio e alguém deixa cair lá de cima um biscoito.



Passados alguns segundos, o rapaz se atira do mesmo lugar de onde caiu o biscoito e consegue agarrá-lo no ar. Em ambos os casos, a queda é livre, as velocidades iniciais são nulas, a altura da queda é a mesma e a resistência do ar é nula. Para Galileu Galilei, a situação física desse comercial seria interpretada como:

- a) impossível porque a altura da queda não era grande o suficiente _____
- b) possível, porque o corpo mais pesado cai com maior velocidade _____
- c) possível, porque o tempo de queda de cada corpo depende de sua forma _____
- d) impossível, porque a aceleração da gravidade não depende da massa do corpo _____

04-(UFC-CE) Partindo do repouso, duas pequenas esferas de aço começam a cair, simultaneamente, de pontos diferentes localizados na mesma vertical, próximos da superfície da Terra. Desprezando a resistência do ar, a distância entre as esferas durante a queda irá:

- a) aumentar. _____
- b) diminuir. _____
- c) permanecer a mesma. _____
- d) aumentar, inicialmente, e diminuir, posteriormente. _____
- e) diminuir, inicialmente, e aumentar, posteriormente. _____

05-(PUC-MG) Uma bola é lançada verticalmente para cima. No ponto mais alto de sua trajetória, é CORRETO afirmar que sua velocidade e sua aceleração são respectivamente:

- a) zero e diferente de zero. _____
- b) zero e zero. _____
- c) diferente de zero e zero. _____
- d) diferente de zero e diferente de zero. _____

06-(UERJ-RJ) Um motorista, observa um menino arremessando uma bola para o ar.



Suponha que a altura alcançada por essa bola, a partir do ponto em que é lançada, seja de 50 cm.

A velocidade, em m/s, com que o menino arremessa essa bola pode ser estimada em (considere $g=10\text{m/s}^2$):

- a) 1,4 b) 3,2 c) 5,0 d) 9,8 e) 4,7

07-(PUCCAMP-SP) Numa prova de atletismo, um atleta de 70 kg consegue saltar por cima de uma barra colocada paralelamente ao solo, a 3,2 m de altura.



Para conseguir esse feito é preciso que, no momento em que deixa o solo, a componente vertical da velocidade do atleta, em m/s, tenha módulo de (adote $g=10\text{ms}^2$):

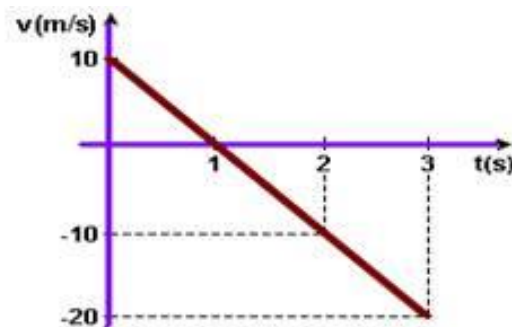
Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 9,5 _____
b) 9,0 _____
c) 8,5 _____
d) 8,0 _____
e) 7,5 _____

08- (UFRJ-RJ) De um ponto localizado a uma altura h do solo, lança-se uma pedra verticalmente para cima num local onde $g=10\text{m/s}^2$.



A figura a seguir representa, em gráfico cartesiano, como a velocidade escalar da pedra varia, em função do tempo, entre o instante do lançamento ($t = 0$) e o instante em que chega ao solo ($t = 3$ s).



- a) Em que instante a pedra retoma ao ponto de partida? Justifique sua resposta.
- b) Calcule de que altura h , em relação ao solo, a pedra foi lançada.
- c) Calcule a altura máxima atingida pela pedra, em relação ao solo.

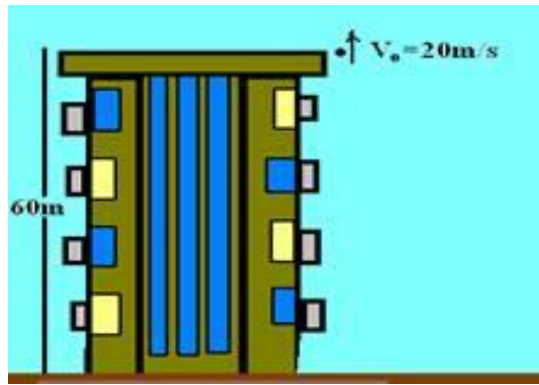
09-(Ufrs-RS) Um projétil de brinquedo é arremessado verticalmente para cima, da beira da sacada de um prédio, com uma velocidade inicial de 10 m/s.



O projétil sobe livremente e, ao cair, atinge a calçada do prédio com uma velocidade de módulo igual a 30 m/s. Indique quanto tempo o projétil permaneceu no ar, supondo o módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e desprezando os efeitos de atrito sobre o movimento do projétil.

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

10-(UFPE) Uma pedra é lançada para cima, a partir do topo de um edifício de 60 m com velocidade inicial de 20 m/s.



Desprezando a resistência do ar, calcule a velocidade da pedra ao atingir o solo, em m/s ($g=10\text{m/s}^2$).

11-(Uerj-RJ) Numa operação de salvamento marítimo, foi lançado um foguete sinalizador que permaneceu aceso durante toda sua trajetória. Considere que a altura h , em metros, alcançada por este foguete, em relação ao nível do mar, é descrita por $h = 10 + 5t - t^2$, em que t é o tempo, em segundos, após seu lançamento. A luz emitida pelo foguete é útil apenas a partir de 14 m acima do nível do mar.

O intervalo de tempo, em segundos, no qual o foguete emite luz útil é igual a:

- a) 3 b) 4 c) 5 d) 6 e) 7

12-(FGV-SP)



Após o lançamento, o foguetinho de Miguelito atingiu a vertiginosa altura de 25 cm, medidos a partir do ponto em que o foguetinho atinge sua velocidade máxima. Admitindo o valor 10 m/s^2 para a aceleração da gravidade, pode-se estimar que a velocidade máxima impelida ao pequeno foguete de 200 g foi, em m/s, aproximadamente,

- a) 0,8. b) 1,5. c) 2,2. d) 3,1. e) 4,0.

13-(UNESP-SP) Para deslocar tijolos, é comum vermos em obras de construção civil um operário no solo, lançando tijolos para outro que se encontra postado no piso superior.



Considerando o lançamento vertical, a resistência do ar nula, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e a distância entre a mão do lançador e a do receptor $3,2\text{m}$, a velocidade com que cada tijolo deve ser lançado para que chegue às mãos do receptor com velocidade nula deve ser de

a) $5,2 \text{ m/s}$.

b) $6,0 \text{ m/s}$.

c) $7,2 \text{ m/s}$.

d) $8,0 \text{ m/s}$.

e) $9,0 \text{ m/s}$.

14- (CFT-CE) Um elevador de bagagens sobe com velocidade constante de 5m/s .



Uma lâmpada se desprende do teto do elevador e cai livremente até o piso do mesmo. A aceleração local da gravidade é de 10m/s^2 . O tempo de queda da lâmpada é de $0,5\text{s}$. Determine a altura aproximada do elevador.

15- (CFT-CE) Da janela de um apartamento, uma pedra é lançada verticalmente para cima, com velocidade de 20 m/s .



Após a ascensão máxima, a pedra cai até a rua, sem resistência do ar. A relação entre o tempo de subida e o tempo de descida é $2/3$. Qual a altura dessa janela, em metros, em relação à rua? ($g=10\text{m/s}^2$)

16- Unicamp) Um malabarista de circo deseja ter três bolas no ar em todos os instantes.



Ele arremessa uma bola a cada 0,40s (considere $g = 10\text{m/s}^2$).

a) Quanto tempo cada bola fica no ar?

b) Com que velocidade inicial deve o malabarista atirar cada bola para cima?

c) A que altura se elevará cada bola acima de suas mãos?

17-(FUVEST-SP) Um balão sobe verticalmente com movimento uniforme e, 5s depois de abandonar o solo, seu piloto abandona



uma pedra que atinge o solo 7s após a partida do balão. Pede-se: ($g = 9,8\text{m/s}^2$)

a) a velocidade ascensional do balão.

b) a altura em que foi abandonada a pedra.

c) a altura em que se encontra o balão quando a pedra chega ao solo.

18- (Mackenzie-SP) Um corpo é lançado do solo verticalmente para cima. Sabe-se que, durante o decorrer do terceiro segundo do seu movimento ascendente, o móvel percorre 15m. Calcule a velocidade com que o corpo foi lançado(Adote $g = 10\text{m/s}^2$)

19-(FUVEST-SP) Duas bolinhas são lançadas verticalmente para cima, a partir de uma mesma altura, com a mesma velocidade inicial de 15m/s, mas num intervalo de tempo de de 0,5s entre os lançamentos. Despreze a resistência do ar e considere $g = 10\text{m/s}^2$.

a) Faça, num mesmo sistema de eixos, o gráfico da velocidade em função do tempo para as duas bolinhas.

b) Qual o instante e a altura em que as duas bolinhas coincidem?

20- (UERJ) Em um jogo de voleibol, denomina-se tempo de vôo o intervalo de tempo durante o qual um atleta que salta para cortar uma bola está com ambos os pés fora do chão, como ilustra a fotografia.



A velocidade inicial do centro de gravidade desse atleta ao saltar 0,45m, em metros por segundo, foi da ordem de:

- a) 1 b) 3 c) 6 d) 9 e) 5

21-(CFT-SC) Dois corpos são lançados simultaneamente de uma altura h em relação ao solo, na direção vertical, com a mesma velocidade inicial v_0 , porém, um para cima e o outro para baixo. Despreze a resistência com o ar. Ao atingirem o solo, podemos afirmar, com relação ao módulo de suas velocidades, que:

- a) o que foi lançado para cima tem o dobro da velocidade do outro.
b) o que foi lançado para baixo tem o dobro da velocidade do outro.
c) o que foi lançado para cima tem velocidade menor que o outro.
d) o que foi lançado para cima tem velocidade maior que o outro.
e) as velocidades são iguais.

22-(PUC-RJ) Aristóteles (384 – 322 a.C.) foi para Atenas estudar com Platão e, durante seus estudos, formulou a tese de que corpos de massas diferentes caem com tempos diferentes ao serem abandonados de uma mesma altura, sem qualquer tipo de verificação experimental.

Com o desenvolvimento da Ciência e o início do processo experimental por Galileu Galilei (1564 – 1642), realizou-se um experimento para comprovar a tese de Aristóteles. Galileu verificou que soltando dois corpos de massas diferentes, com volumes e formas iguais, simultaneamente, de uma mesma altura e de um mesmo local, ambos atingem o solo no mesmo instante.

Com relação ao experimento realizado por Galileu, afirma-se que

I. a aceleração da gravidade foi considerada a mesma para ambos os corpos abandonados.

II. os corpos chegaram ao mesmo instante no solo, pois os pesos tornaram-se iguais.

III. a resistência do ar não influenciou no resultado obtido por Galileu.

Está CORRETO o que se afirma em

a) I, apenas. _____

b) I e II, apenas. _____

c) I e III, apenas. _____

d) II e III, apenas. _____

e) I, II e III.

23-(PUC-RJ) Uma bola é lançada verticalmente para cima. Podemos dizer que no ponto mais alto de sua trajetória:

a) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.

b) a velocidade da bola é máxima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.

c) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é nula.

d) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para baixo.

e) a velocidade da bola é mínima, e a aceleração da bola é vertical e para cima.

24- (UEL) Com base no texto, considere as afirmativas a seguir.



I – Sob qualquer condição, um figo e uma folha, ao caírem simultaneamente da mesma altura, percorrem a mesma distância em instantes diferentes.

II – Aves, morcegos e macacos precisam vencer a mesma energia potencial gravitacional para usufruir do alimento no alto da figueira, independentemente de suas massas.

III – Independentemente da localização geográfica de uma figueira, um figo e uma folha, desprendendo-se do alto da árvore no mesmo instante, caem em direção ao solo, sujeitos à mesma aceleração.

IV – A explicação dada para a queda do figo, do alto de uma figueira, permite compreender porque a Lua se mantém na órbita terrestre.

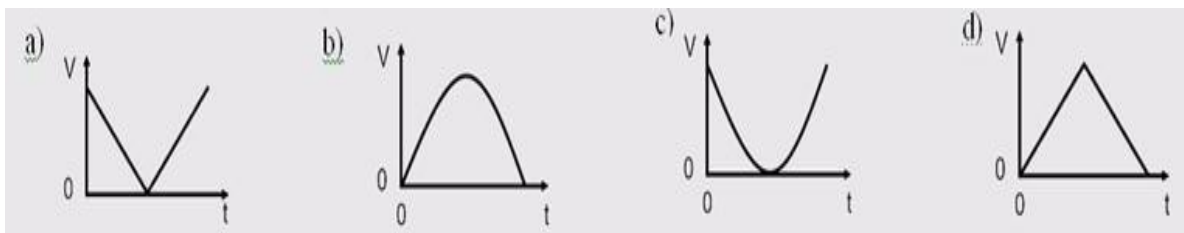
Assinale a alternativa CORRETA.

- a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
- c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

25-(UFV-MG) Uma bola é atirada verticalmente para cima em $t = 0$, com uma certa velocidade inicial.



Desprezando a resistência do ar e considerando que a aceleração da gravidade é constante, dos gráficos abaixo, aquele que representa CORRETAMENTE a variação do módulo V da velocidade da bola com o tempo t é:



26-(CFT-MG) A altura máxima, atingida por uma pedra lançada verticalmente para cima com uma



velocidade inicial v_0 , em um local onde g é a aceleração da gravidade, é dada por

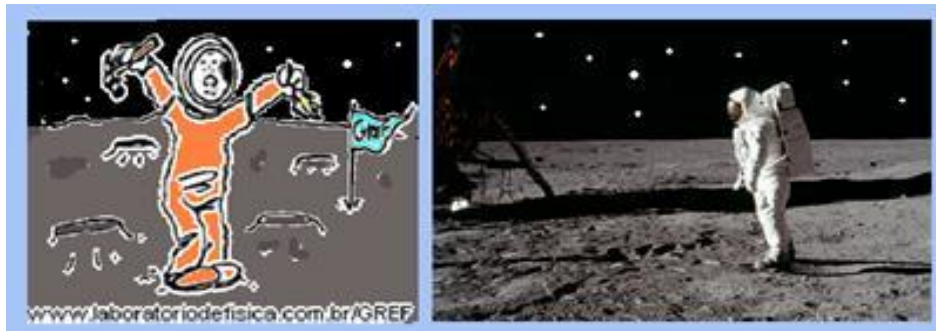
a) $\sqrt{2g}$

b) $v_0^2/2g$...

c) $v^2 - v_0^2$

d) $\sqrt{(v_0^2/2g)}$

27-(UFSCAR-SP) Em julho de 2009 comemoramos os 40 anos da primeira viagem tripulada à Lua. Suponha que você é um astronauta e que, chegando à superfície lunar, resolva fazer algumas brincadeiras para testar seus conhecimentos de Física.



a) Você lança uma pequena bolinha, verticalmente para cima, com velocidade inicial v_0 igual a 8 m/s. Calcule a altura máxima h atingida pela bolinha, medida a partir da altura do lançamento, e o intervalo de tempo Δt que ela demora para subir e descer, retornando à altura inicial.

b) Na Terra, você havia soltado de uma mesma altura inicial um martelo e uma pena, tendo observado que o martelo alcançava primeiro o solo. Decide então fazer o mesmo experimento na superfície da Lua, imitando o astronauta David Randolph Scott durante a missão Apollo 15, em 1971. O resultado é o mesmo que o observado na Terra? Explique o porquê.

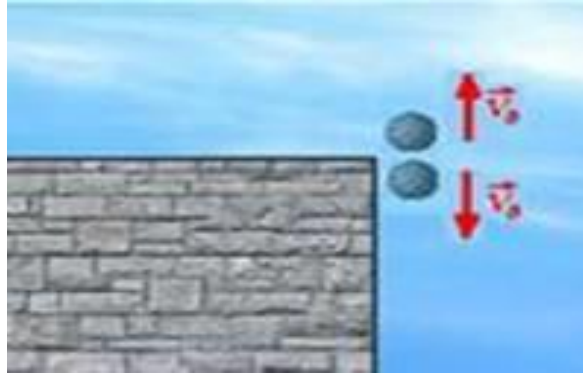
Dados:

- Considere a aceleração da gravidade na Lua como sendo $1,6 \text{ m/s}^2$.
- Nos seus cálculos mantenha somente 1 (uma) casa após a vírgula.

28-(ACFE-SC)



A posição em função do tempo de um corpo lançado verticalmente para cima é descrita pela equação $h = h_0 + V_0 t + gt^2/2$, onde h_0 é a altura inicial, v_0 é a velocidade inicial e g é o valor da aceleração da gravidade.



De certo ponto, se lançam simultaneamente dois corpos

com o mesmo valor de velocidade inicial, $v_0 = 10\text{m/s}$, um verticalmente acima e outro verticalmente abaixo.

Desprezando a resistência do ar e considerando $g = 10\text{m/s}^2$, a distância, em metros, que separa esses dois corpos, um segundo após

serem lançados é:

A) 10

B) 5

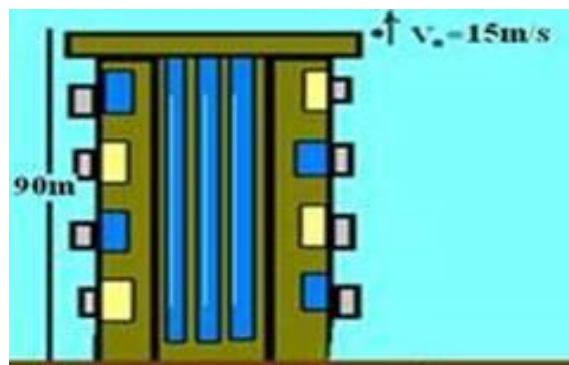
C) 20

D) 15

29-(UENP-PR)



De uma altura de 90 m do solo, uma pedra é lançada verticalmente para cima a 15m/s. Em qual alternativa se encontra o tempo (em s)



que a pedra leva desde o lançamento até atingir o solo? ($g = 10\text{ m/s}^2$).

a) 2,0

b) 4,0

c) 6,0

d) 8,0

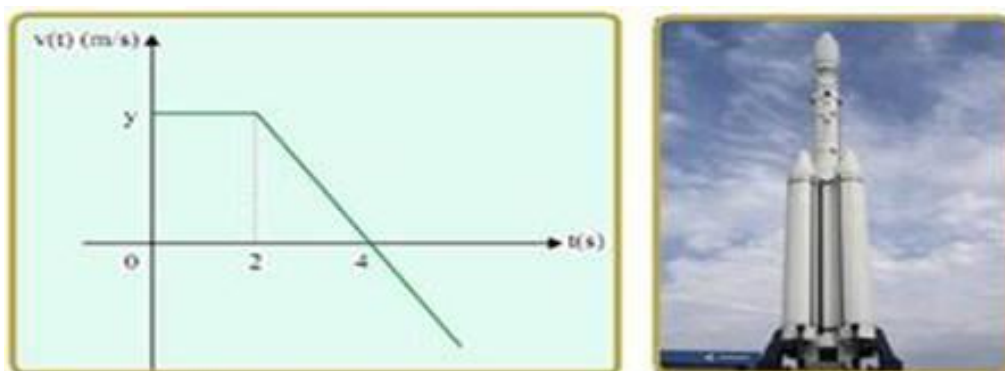
e) 10,0

30-(UNIFESP-SP)



Em uma manhã de calmaria, um Veículo Lançador de Satélite (VLS) é lançado verticalmente do solo e, após um período de aceleração, ao atingir a altura de 100 m, sua velocidade linear é constante e de módulo igual a 20,0 m/s. Alguns segundos após atingir essa altura, um de seus conjuntos de instrumentos desprende-se e move-se livremente sob ação da força gravitacional.

A figura fornece o gráfico da velocidade vertical, em m/s, do conjunto de instrumentos desprendido como função do



tempo, em segundos, medido no intervalo entre o momento em que ele atinge a altura de 100 m até o instante em que, ao retornar, toca o solo.

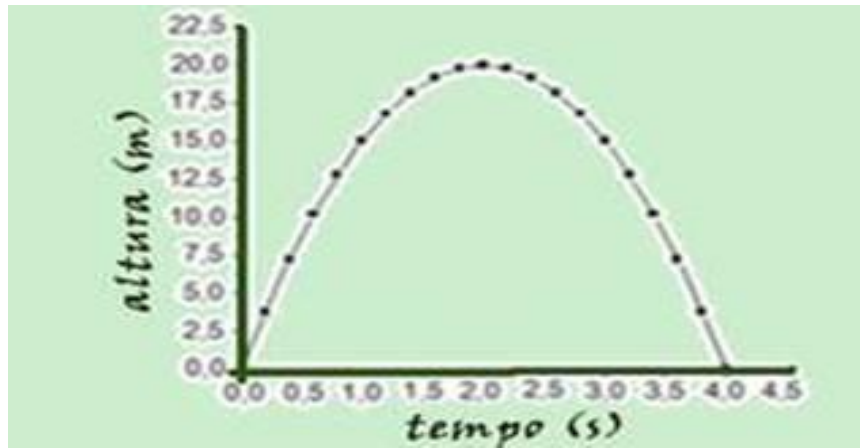
a) Determine a ordenada y do gráfico no instante $t = 0$ s e a altura em que o conjunto de instrumentos se desprende do VLS.

b) Calcule, através dos dados fornecidos pelo gráfico, a aceleração gravitacional do local e, considerando $\sqrt{2} = 1,4$, determine o instante no qual o conjunto de instrumentos toca o solo ao retornar

31-(UEPG-PR)



O gráfico abaixo corresponde ao lançamento vertical de um corpo de baixo para cima.



Com relação às assertivas, assinale a alternativa correta.

I – No instante $t = 0,5$ s, a aceleração do corpo é negativa.

II – No instante $t = 4$ s, a velocidade do corpo é máxima.

III – No instante $t = 2$ s, a velocidade do corpo é 0 (zero).

IV – No instante $t = 2$ s, o movimento passa a ser uniformemente acelerado.

a) As assertivas I e II são corretas.

b) As assertivas II e IV são corretas.

c) As assertivas I, II e III são corretas.

d) Todas as assertivas são corretas.

e) As assertivas I, III e IV são corretas.

Resoluções dos exercícios sobre lançamento vertical para cima

Resoluções dos exercícios sobre lançamento vertical para cima

01- a) Chegarão juntos, pois não existe matéria (ar), retardando-os.

b) A pessoa que está com o pára-quedas fechado chegará primeiro, pois o ar retardará a pessoa com o pára-quedas aberto, devido à maior área de contato com o mesmo.

02- R- D — Na superfície da Lua o meio é o vácuo

03- R- D — independente da massa, se não existe ar, os corpos caem com a mesma aceleração

04- Como em cada instante elas tem a mesma aceleração e conseqüentemente a mesma velocidade, elas percorrem a mesma distância no mesmo tempo — R- C

05- Em todos os pontos da trajetória a aceleração é sempre constante e de valor g , inclusive no ponto mais alto da trajetória e onde a velocidade é nula, pois ele pára para transformar seu movimento de progressivo em retrógrado — R- A

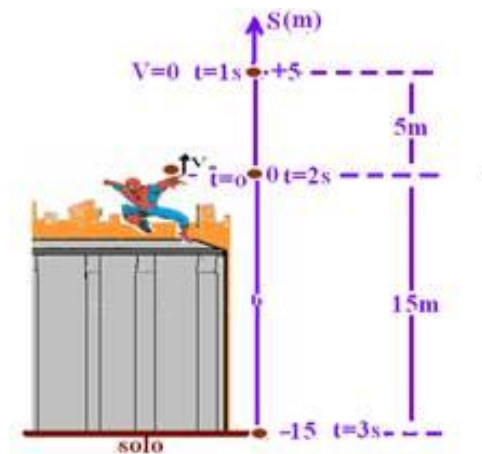
06- Na altura máxima $V=0$ e $\Delta S=h_{\text{máximo}}=50\text{cm}=0,5\text{m}$ — Torricelli — $V^2=V_0^2 + 2.a.\Delta S$ — $0^2=V_0^2 - 2.10.0,5$ — $V_0=\sqrt{10}=3,16\text{ms}$ — R- B

07- Um movimento vertical independe da massa — altura máxima $=3,2\text{m}$ e nela $V=0$ — $V^2 = V_0^2 - 2.g.h_{\text{máx}}$ — $0^2 = V_0^2 - 2.10.3,2$ — $V_0=\sqrt{64}$ — $V_0=8\text{ms}$ — R- D

08- a) Pelo diagrama a partícula precisa de 1 s para atingir a altura máxima ($v = 0$), que é o ponto onde a reta intercepta o eixo t . Será necessário mais 1 s para pedra retornar ao ponto de partida, pois o tempo de subida é igual ao ponto de descida — R- 2s

b) $V_0=10\text{m/s}$ — a altura máxima em relação ao solo, que ocorre quando $t=1\text{s}$, vale — $S=V_0.t - g.t^2/2=10.1 - 5.1$ — $S_1= 5\text{m}$ (altura máxima em relação ao ponto de lançamento)

A pedra demora 3s para chegar ao solo — $S=V_0.t - g.t^2/2=10.3 - 5.9/2$ — $S=30 - 45$ — $S_2= -15\text{m}$ (posição em que chega ao solo) — R- 15m — Veja figura abaixo

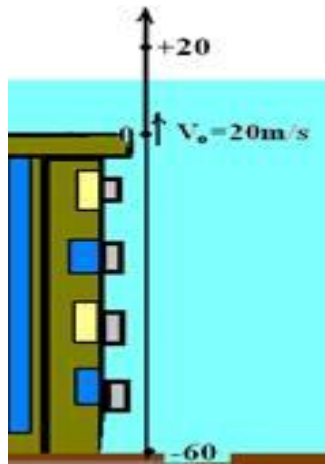


c) Veja figura acima — $H=15 + 5$ — R- $H=20\text{m}$

09- Atinge o solo com velocidade de -30m/s , pois já está em movimento retrógrado — $V=V_0 - g.t$ — $-30=10 - 10.t$ — $t=4\text{s}$ — R- D

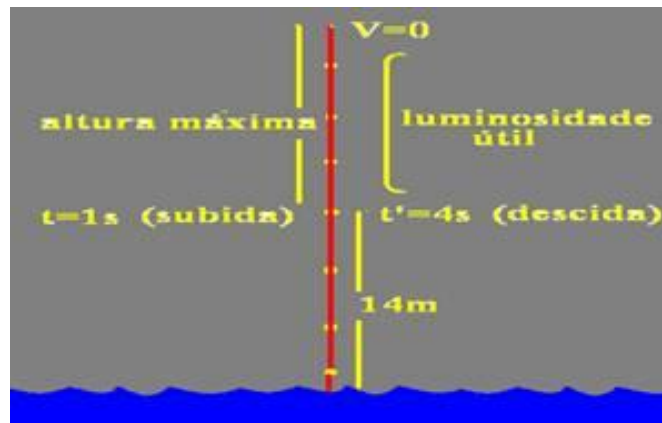
10- Colocando a origem no ponto de lançamento, a pedra sobe, atinge a altura máxima e quando chega ao solo ocupa a posição

$S = -60\text{m}$ — instante em que ela chega ao solo — $S=V_0.t - g.t^2/2$ — $-60=20t - 5t^2$ — $t^2 - 4t - 12=0$ — $t=6\text{s}$ (instante em que

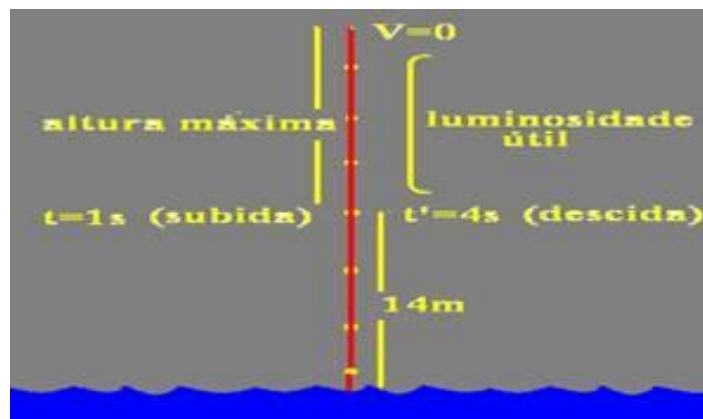


ela chega ao solo) — velocidade dela quando chega ao solo ($t=6s$) — $V=V_0 - gt$ —
 $V=20 - 10 \cdot 6$ — $V=-40m/s$ — em módulo — $V=40m/s$

11- Cálculo dos instantes em que ele passa pela altura de 14m, ou seja, $S=14m$ —
 $S=10 + 5t - t^2$ — $14=10 + 5t - t^2$ — $t^2 - 5t + 4=0$



— $t=1s$ (subida e $t'=4s$ (descida) — ele estará acima de 14m (luminosidade útil) entre os instantes 1s e 4s — $\Delta t=4 - 1=3s$ — R- A

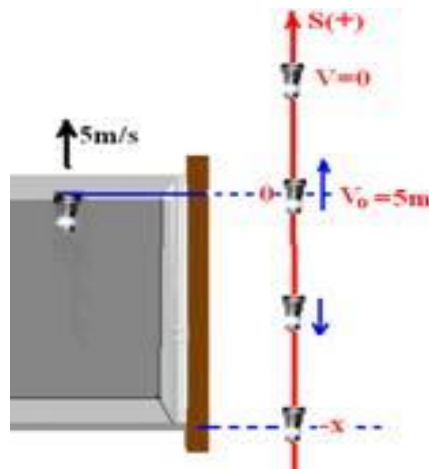


— $t=1s$ (subida e $t'=4s$ (descida) — ele estará acima de 14m (luminosidade útil) entre os instantes 1s e 4s — $\Delta t=4 - 1=3s$ — R- A

12- $\Delta S=25cm=0,25m$ — $V_0=?$ — a altura atingida independe da massa do foguetinho — $V^2=V_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta S$ — na altura máxima $V=0$ — $0^2=V_0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 0,25$ —
 $V_0=\sqrt{5}=2,236m/s$ — R- C

13- $V=0$ — $V_0=?$ — $g=10\text{m/s}^2$ — $\Delta S=3,2\text{m}$ — Torricelli — $V^2 = V_0^2 - 2.g.\Delta S$ — $0^2 = V_0^2 - 20.3,2$ — $V_0=8\text{m/s}$ — R-D

14- No instante em que a lâmpada se desprende do teto do elevador ele está sendo lançada para cima com velocidade de $V_0=5\text{m/s}$ e o tempo de subida e descida até chegar ao piso, na posição $-x$, foi $t=0,5\text{s}$ — (veja figura abaixo)



$S=V_0t - gt^2/2$ — $-x=5.0,5 - 5.(0,5)^2$ — $x= - 1,25\text{m}$ — altura do elevador = $1,25\text{m}$

15- Cálculo do tempo de subida — $V=V_0 - gt_s$ — $0=20 - 10t_s$ — $t_s=2\text{s}$ — relação entre o tempo de subida $t_s=2\text{s}$ e o de descida t_d — $t_s/t_d=2/3$ — $2/t_d=2/3$ — $t_d=3\text{s}$ — tempo total do movimento (subida + descida) — $t=2 + 3$ — $t=5\text{s}$ — $S=V_0t - gt^2/2$ —

$S=20.5 - 5.25$ — $S= -25\text{m}$ — $h=25\text{m}$

16- a) Cada bola fica no ar $t= 3.0,4$ — $t=1,2\text{s}$

b) Como cada bola fica no ar $1,2\text{s}$ e o tempo de subida é igual ao tempo de descida, ela demora $t=0,6\text{s}$ para atingir a altura máxima, onde $V=0$ — $V=V_0 - gt$ — $0=V_0 - 10.0,6$ — $V_0=6\text{m/s}$

c) $S=V_0t - gt^2/2=6.0,6 - 5.(0,6)^2$ — $S=1,8\text{m}$

17- a) O balão sobe com velocidade constante V e, aos 5s atinge a altura h , onde a pedra é abandonada com — $V=\Delta S/\Delta t$ — $V=h/5$ — essa velocidade é a velocidade com que a pedra é abandonada, ou seja, é a velocidade inicial com que a pedra sobe — $V_0=h/5$



Observe que o movimento de sobe e desce da pedra demora 2s e que ela chega ao solo quando $t=2s$ e na posição $S=-h$ —

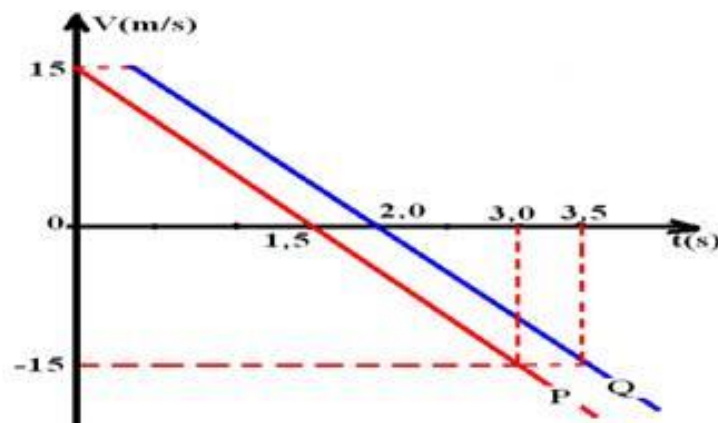
$$S = V_0 \cdot t - gt^2/2 \quad -h = h/5 \cdot 2 - 4,9 \cdot 2^2 \quad -h = 98/7 \quad -h = 14m$$

c) Cálculo da velocidade de subida do balão que vale $V = V_0 = h/5 = 14/5 = 2,8m/s$ — $V = 2,8m/s$ — o balão subiu durante 7s com velocidade constante de 2,8m/s e percorreu — $V = \Delta S / \Delta t \quad 2,8 = H/7 \quad H = 19,6m$

18- Entre 0 e 1s (primeiro segundo), entre 1s e 2s (segundo segundo) e entre 2s e 3s (terceiro segundo), ou seja, no decorrer do terceiro segundo quer dizer entre $t=2s$ e $t=3s$ — $t=2s \quad S_{2s} = V_0 t - gt^2/2 = V_0 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 = 2V_0 - 20 \quad S_{2s} = 2V_0 - 20 \quad t=3s \quad S_{3s} = V_0 t - gt^2/2 = V_0 \cdot 3 - 5 \cdot 3^2 \quad S_{3s} = 3V_0 - 45 \quad \Delta S = 15m$ (do enunciado) — $\Delta S = S_{3s} - S_{2s} \quad 15 = 3V_0 - 45 - (2V_0 - 20) \quad -$

$$V_0 = 40m/s$$

19- a) Bolinha P que saiu antes com $V_0 = 15m/s$ — tempo que demora para atingir a altura máxima, ou seja, quando $V=0$ — $V = V_0 - gt \quad 0 = 15 - 10t \quad t = 1,5s$ (tempo de subida e tempo de descida) — se ela parte com velocidade de 15ms ela retorna ao ponto de partida com velocidade de -15m/s (veja gráfico abaixo)



A bolinha Q repete os mesmos movimentos de Q, mas depois de 0,5s (veja gráfico acima)

b) Como P partiu 0,5s antes — $t_P - t_Q = 0,5 \quad t_P = t_Q + 0,5 \quad S_Q = 15t_Q - 5t_Q^2 \quad S_P = 15t_P - 5t_P^2 \quad S_P = 15(t_Q + 0,5) - 5(t_Q + 0,5)^2 = 15t_Q + 7,5 - 5(t_Q^2 + 2 \cdot t_Q \cdot 0,5 + 0,25) = 15t_Q + 7,5 - 5t_Q^2 - 5t_Q - 1,25 \quad S_P = 10t_Q - 5t_Q^2 + 6,25 \quad \text{no encontro } S_Q = S_P \quad -$

$15t_Q - 5t_Q^2 = -5t_Q^2 + 10t_Q + 6,25 \quad t_Q = 6,25/5 \quad t_Q = 1,25s$ (instante do encontro após a partida de Q) e $t_P = 1,75s$ (instante do encontro após a partida de P) — substituindo $t_Q = 1,25s$ em $S_Q = 15t_Q - 5t_Q^2 = 15 \cdot 1,25 - 5 \cdot (1,25)^2 \quad S_Q = 11m$

20- Na altura máxima $V=0$ — Torricelli — $V^2 = V_0^2 - 2 \cdot g \cdot h \quad 0^2 = V_0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 0,45 \quad V_0 = 3m/s \quad - R- B$

21- O corpo que foi lançado para cima com velocidade V_0 , quando retorna ao ponto de partida tem velocidade $-V_0$. Assim, como os dois são lançados para baixo com velocidades de mesmo módulo, eles chegarão ao solo com a mesma velocidade em módulo — R- E

22- R- C (veja teoria)

23- R- D (veja teoria)

24- I – Falsa – os instantes devem ser os mesmos para percorrermos a mesma distância

II- Falsa – $E_p=m.g.h$ – a energia potencial gravitacional depende da massa

III – Correta – essa aceleração é a da gravidade

IV – Correta – ambos os fenômenos estão relacionados com a lei fundamental da atração gravitacional de Newton – $F=G.M.m/R^2$

R- C

25- O lançamento vertical, livre de resistência do ar, é um movimento uniformemente variado. A velocidade varia com o tempo de acordo com a função: $v = v_0 \pm g t$ — portanto, o gráfico é uma reta, sendo o módulo da velocidade decrescente na subida, crescente na descida e nulo no ponto mais alto.

R- A

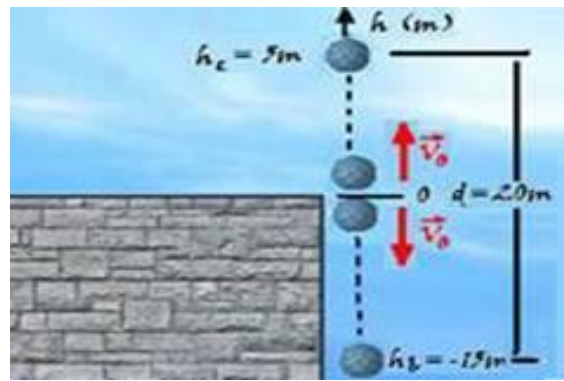
26- Equação de Torricelli — $v^2=v_0^2 + 2a\Delta S$ — no ponto mais alto — $V=0$ e $\Delta S=h$ — $a=-g$ — $0^2=v_0^2 - 2gh$ — $h=v_0^2/2g$ — R- B

27- a) Aplicando a equação de Torricelli — $V^2=V_0^2 + 2a\Delta S$ — no ponto mais alto — $V=0$ e $\Delta S=h$ — $0^2=8^2 - 2.1,6.h$ — $h=20,0m$ — cálculo do tempo de subida — $V=V_0 - gt$ — $0=8 - 1,6t$ — $t=5,0s$ — tempo total=tempo de subida + tempo de descida — $t_{total}=5 + 5$ — $t_{total}=10,0s$.

b) Na Terra, a pena chega depois porque o efeito da resistência do ar sobre ela é mais significativo que sobre o martelo — porém a Lua é praticamente desprovida de atmosfera, e não havendo forças resistivas significativas, o martelo e a pena caem com a mesma aceleração, atingindo o solo lunar ao mesmo tempo, como demonstrou David Randolph Scott em seu experimento.

28-

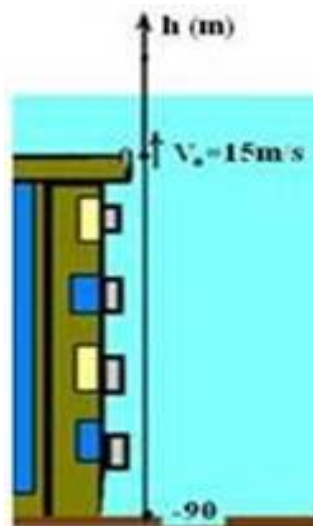
Colocando a origem dos espaços no ponto de lançamento ($h_0=0$) e orientando a trajetória para cima — lançado para baixo — $h_b=0 - 10t - gt^2/2 = -10.1 + 10.1^2/2$ — $h_b = -15m$ — lançado para cima — $h_c=0 + 10.1 - 10.1^2/2$ — $h_c=5m$ — distância que os



separa — $d=5 - (-15) — d=20m — R- C$

29-

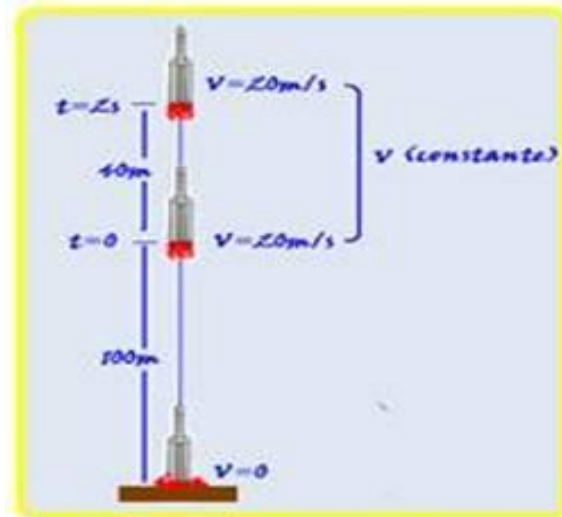
— Colocando a origem no ponto de lançamento, a pedra sobe, atinge a altura máxima e quando chega ao solo ocupa a posição



$S = -90m —$ instante em que ela chega ao solo — $h=V_0 \cdot t - g \cdot t^2 / 2 — -90=15t - 5t^2 — t^2 - 3t - 18=0 — t=6s$ (instante em que

ela chega ao solo) — R- C

30- a) Pelo enunciado o VLS acelera verticalmente até atingir a altura de 100m e, a partir desse instante ($t=0$), ele se move por alguns segundos com velocidade constante de 20m/s até que um dos conjuntos de instrumentos se desprende, o que ocorre, pelo gráfico, quando $t=2s —$ observando o gráfico você pode concluir que quando $t=0$ ele atinge a velocidade de 20m/s — portanto a ordenada y vale $y=V=20m/s —$ entre 0 e 2s ele subiu com velocidade constante de 20ms —



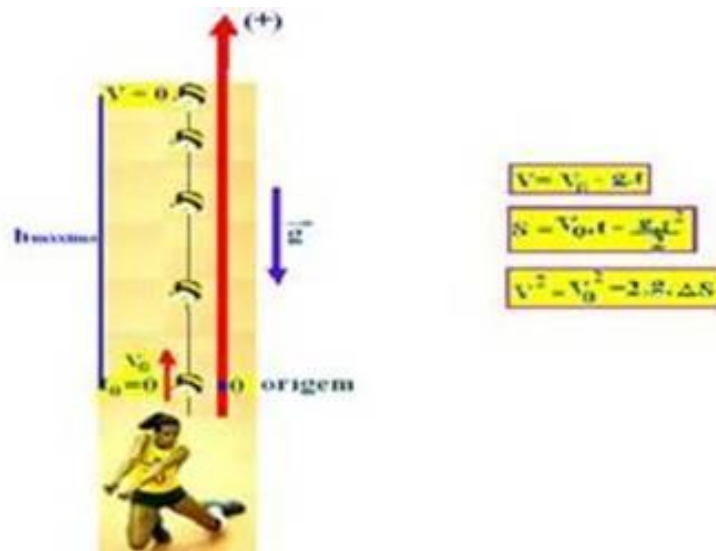
$V = \Delta S / \Delta t$ — $20 = \Delta S / 2$ — $\Delta S = h' = 40\text{m}$ — como, desde o solo até atingir a velocidade de 20m/s ele já havia subido $h = 100\text{m}$, a altura total alcançada foi de $h_{\text{total}} = 100 + 40 = 140\text{m}$ — $h = 140\text{m}$.

b) No instante em que o conjunto de instrumentos se desprende ele possui a mesma velocidade para cima que o VLS e que é de 20m/s — assim, o movimento do conjunto de instrumentos é como um lançamento vertical para cima com velocidade inicial $V_0 = 20\text{m/s}$ — agora o conjunto está subindo e sua velocidade está variando de $V_0 = 20\text{m/s}$ (quando $t = 2\text{s}$) para $V = 0$ (quando $t = 4\text{s}$), veja gráfico — $a = g = \Delta V / \Delta t = (V - V_0) / (t - t_0) = (0 - 20) / (4 - 2)$ — $g = -10\text{m/s}^2$ — a partir do instante $t = 4\text{s}$, em que o conjunto de instrumentos se desprende, ele possui a mesma velocidade que a do VLS que é de 20m/s — então, trata-se de um lançamento vertical para cima com $V_0 = 20\text{m/s}$, $a = g = -10\text{m/s}^2$ — colocando a origem no ponto de lançamento, quando o conjunto de instrumentos atinge o solo ele está na posição $S = -140\text{m}$ — $S = S_0 + V_0 \cdot t + g \cdot t^2 / 2$ — $-140 = 0 + 20t - 10 \cdot t^2 / 2$ — $t^2 - 4t - 28 = 0$ — $\Delta = 16 + 112 = 128$ —

$t = (4 \pm 11,31) / 2$ — $t \approx 7,6\text{s}$ — o tempo pedido, vale $t = 2 + 7,6$ — $t \approx 9,6\text{s}$

31-

Características do lançamento vertical com a origem no ponto de lançamento e a trajetória orientada para cima — na subida, o movimento é progressivo, pois o deslocamento ocorre no sentido crescente da trajetória, e retardado, pois o módulo da



velocidade está diminuindo —na descida, o movimento é retrogrado, pois o deslocamento ocorre no sentido decrescente da trajetória, e acelerado, pois o módulo da velocidade está aumentando — no ponto mais alto da trajetória, a velocidade do corpo se anula (V=0), pois é o ponto em que o corpo inverte o sentido de seu movimento e nesse ponto a altura atingida pelo corpo é máxima — o tempo de subida é igual ao tempo de descida — a velocidade (V₀) de lançamento na origem é igual à mesma velocidade de chegada à origem, mas de sinal contrário (-V₀) —em qualquer ponto da trajetória o corpo tem duas velocidades de mesmo módulo, uma positiva na subida e uma negativa na descida.

Analizando cada assertiva:

I. Correta — a aceleração é sempre a mesma em qualquer instante e é negativa, pois a concavidade da parábola é para baixo.

II. Correta — a velocidade do corpo tem intensidade máxima no instante de lançamento (t=0) e de volta ao mesmo ponto de lançamento (t=4s).

III. Correta — é o ponto onde a altura é máxima (h=20m) e a velocidade é nula — nesse instante (t=2s) ele pára e inverte o sentido de seu movimento.

IV. Correta — ele sobe retardando, pára e a partir de t=2s, desce acelerando.

R- D