

Queda Livre e Lançamento Vertical

Um dos movimentos mais comuns observados na natureza é a queda de objetos. Somos ensinados que isso é devido à gravidade, uma força que atrai todos os corpos para o centro da Terra, e é o que nos mantém presos a ela com tanta intensidade que é necessário um foguete para escapar.

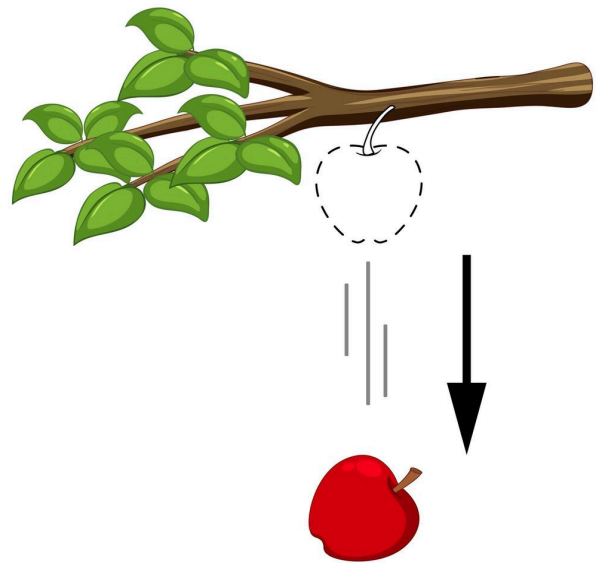
Entretanto, a gravidade é, fundamentalmente, uma aceleração constante e, por isso, pode ser estudada com nossos conhecimentos de MRUV.

Para isso, apenas são necessárias mudanças de nomenclatura e convenções de sinais. Quando falamos da posição e do deslocamento, estamos falando da **altura**, que recebe a letra **h**, do inglês *height*. Além disso, a aceleração será simplesmente a aceleração da gravidade, representada por **g**, e será positiva no caso da queda livre e negativa no lançamento vertical. Nota-se também, experimentalmente, que a altura máxima que o objeto atinge num lançamento vertical é também o momento em que a velocidade dele é nula. Portanto, temos as seguintes equações:

$$v = v_o \pm gt$$

$$\Delta h = v_o t \pm \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = v_o^2 \pm 2g\Delta h$$



Lançamento Oblíquo

Aprendemos a analisar o movimento causado pela gravidade em apenas uma dimensão, verticalmente. No entanto, em geral, os lançamentos são feitos em duas dimensões, como nos esportes ou na balística.

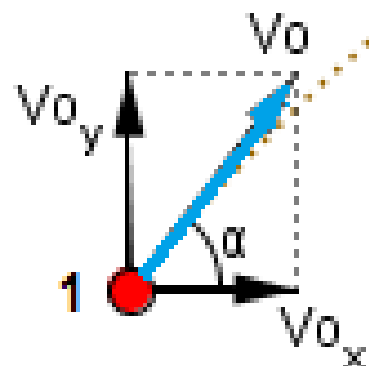
Para lidar com isso, é necessário estudar o movimento bidimensional, isto é, que ocorre em duas dimensões, horizontal e vertical.

O cerne deste estudo é a **independência das velocidades**: se o objeto desenvolve dois movimentos em direções perpendiculares, o deslocamento numa direção é determinado apenas pela velocidade naquela direção.

Podemos ver, na imagem ao lado, que ambas as bolas desenvolvem o mesmo movimento vertical, tanto a bola que apenas cai quanto a bola que se move para a direita caem com a mesma aceleração.

Com isso, podemos afirmar que para tratar de **lançamentos horizontais**, nos quais a velocidade inicial é apenas horizontal, basta analisarmos um caso de queda livre na vertical e um caso de MRU na horizontal. Para **lançamentos oblíquos**, em que a velocidade inicial é diagonal, isto é, tem componente vertical e horizontal, tratamos de maneira semelhante: analisamos um caso de MRU na horizontal e, desta vez, um lançamento vertical.

Há, assim como na seção anterior, mudanças de nomenclatura, pois podemos pensar no deslocamento horizontal como um **alcance** do objeto, adicionando aos novos nomes do lançamento.



PECEP

Disciplina: Física

Professor: Tharso de Lima

Exercícios

Questão 1) Um corpo A é abandonado de uma altura de 80 m no mesmo instante em que um corpo B é lançado verticalmente para baixo com velocidade inicial de 10 m/s, de uma altura de 120 m. Desprezando a resistência do ar e considerando a aceleração da gravidade como 10 m/s^2 , é correto afirmar, sobre o movimento desses dois corpos, que:

- a) Os dois chegam ao solo no mesmo instante.
- b) O corpo B chega ao solo 2 segundos antes que o corpo A.
- c) O corpo A chega ao solo 2 segundos antes que o corpo B.
- d) O corpo B chega ao solo 4 segundos antes que o corpo A.

Questão 2) (PUC-Rio) Em um planeta, isento de atmosfera e onde a aceleração gravitacional em suas proximidades pode ser considerada constante igual a 5 m/s^2 , um pequeno objeto é abandonado em queda livre de determinada altura, atingindo o solo após 8 segundos. Com essas informações, analise as afirmações:

I. A cada segundo que passa, a velocidade do objeto aumenta em 5 m/s durante a queda.

II. A cada segundo que passa, o deslocamento vertical do objeto é igual a 5 metros.

III. A cada segundo que passa, a aceleração do objeto aumenta em 4 m/s^2 durante a queda.

IV. A velocidade do objeto ao atingir o solo é igual a 40 m/s .

- a) Todas estão corretas.
- b) Apenas as afirmações II e III estão corretas.
- c) Apenas as afirmações I e II estão corretas.
- d) Apenas as afirmações I e IV estão corretas.

Questão 3) (PUC-Campinas) Duas bolas A e B, sendo a massa de A igual ao dobro da massa de B, são lançadas verticalmente para cima, a partir de um mesmo plano horizontal com velocidades iniciais. Desprezando-se a resistência que o ar pode oferecer, podemos afirmar que:

- a) O tempo de subida da bola A é maior que o tempo de subida da bola B.
- b) A bola A atinge altura menor que a B.
- c) A bola B volta ao ponto de partida num tempo menor que a bola A.
- d) As duas bolas atingem a mesma altura.

PECEP

Disciplina: Física

Professor: Tharso de Lima

Questão 4) (PUC-Rio) Um vaso de flores cai livremente do alto de um edifício. Após ter percorrido 320 cm, ele passa por um andar que mede 2,85 m de altura. Desprezando a resistência do ar, o tempo que ela gasta para passar por esse andar é:

- a) 1,0 s
- b) 0,8 s
- c) 0,3 s
- d) 1,2 s

Questão 5) Para um objeto em queda livre, podemos dizer sobre o ponto mais alto de sua trajetória que:

- a) A velocidade é máxima e a altura é máxima.
- b) A velocidade é nula e a altura é nula.
- c) A velocidade é máxima e a altura é nula.
- d) A velocidade é nula e a altura é máxima.

Questão 6) Uma maçã cai na cabeça de Isaac Newton de uma altura de 6 metros. Desprezando a resistência do ar, Newton calculou a velocidade com a qual a maçã caiu na sua cabeça. Ele encontrou:

- a) 11 m/s
- b) 13 m/s
- c) 15 m/s
- d) 17 m/s

Questão 7) (ENEM PPL - 2024) Um experimento foi montado com o intuito de determinar o tempo de queda livre de corpos com tamanhos e massas distintas. Para isso, utilizou-se uma prateleira a 50 cm do chão, onde foram colocadas uma melancia, uma pera e uma cereja. Em um determinado instante, a prateleira foi removida, liberando todas as frutas simultaneamente. Considere o tempo de queda das frutas em questão como t_1 , t_2 e t_3 , respectivamente.

Desprezando-se as forças dissipativas, a relação entre os tempos de queda das frutas é:

- a) $t_1 = t_2 = t_3$
- b) $t_1 > t_2 > t_3$
- c) $t_1 < t_2 < t_3$
- d) $t_1 > t_2 < t_3$

PECEP

Disciplina: Física

Professor: Tharso de Lima

Questão 8) (PUC - SP) Uma moeda cai de um helicóptero que desce verticalmente enquanto o mesmo está a 100 m do solo. Sabendo que a moeda leva 4 segundos para atingir o solo, a velocidade de descida do helicóptero, no momento em que a moeda cai, é:

- a) 20 m/s
- b) 15 m/s
- c) 10 m/s
- d) 5 m/s

Questão 9) O ex-atleta cubano Javier Sotomayor detém o recorde mundial de salto em altura desde 1993, quando alcançou 2,45 m de altura em Salamanca, na Espanha. Desprezando a resistência do ar, a duração do salto do atleta, em segundos, foi:

- a) 0,8
- b) 1,6
- c) 0,7
- d) 1,4

Questão 10) (ENEM - 2023) Um professor lança uma esfera verticalmente para cima, a qual retorna, depois de alguns segundos, ao ponto de lançamento. Em seguida, lista em um quadro todas as possibilidades para as grandezas cinemáticas.

Grandeza cinemática	Módulo	Sentido
Velocidade	$v \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$v = 0$	Indefinido*
Aceleração	$a \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$a = 0$	Indefinido*

*Grandezas com módulo nulo não têm sentido definido.

Ele solicita aos alunos que analisem as grandezas cinemáticas no instante em que a esfera atinge a altura máxima, escolhendo uma combinação para os módulos e sentidos da velocidade e da aceleração.

A escolha que corresponde à combinação correta é:

- a) $v = 0$ e $a \neq 0$ para cima.
- b) $v \neq 0$ para cima e $a = 0$
- c) $v = 0$ e $a \neq 0$ para baixo.
- d) $v \neq 0$ para cima e $a \neq 0$ para baixo

PECEP

Disciplina: Física

Professor: Tharso de Lima

Questão 11) (UFPR) Uma bola cai rolando para fora de uma mesa horizontal de 1,25 m de altura e atinge o solo a 2,5 m da mesma mesa. Desprezando a resistência do ar e assumindo a aceleração da gravidade como $g = 10 \text{ m/s}^2$, a velocidade da bola no instante em que ela caiu da mesa, em metros por segundo, foi de:

- a) 1
- b) 2
- c) 5
- d) 10

Questão 12) Um canhão empostado no alto de uma torre de 80 m lança um projétil com velocidade inicial de 15 m/s. Desprezando a resistência do ar e assumindo a aceleração da gravidade como $g = 10 \text{ m/s}^2$, o alcance desse projétil, em metros, foi de:

- a) 15
- b) 60
- c) 96
- d) 360

Questão 13) Uma esfera de aço rola a 10 m/s até cair de um penhasco de 125 m em direção ao mar. Desprezando a resistência do ar e assumindo a aceleração da gravidade como $g = 10 \text{ m/s}^2$, a distância, em metros, entre o penhasco e a esfera quando ela atinge o mar é de:

- a) 25
- b) 50
- c) 100
- d) 125

Gabarito: 1-A 2-D 3-D 4-C 5-B 6-A 7-A 8-D 9-D 10-C 11-C 12-B 13-B



PECEP

Disciplina: Física

Professor: Tharso de Lima