

# — 25 —

## A energia dos movimentos

Agora você irá aprender como se calcula a energia cinética e verá que esse cálculo possui muitas aplicações práticas.

Usando os dados da tabela, calcule o tempo de reação do motorista. Esse tempo varia de pessoa para pessoa e aumenta quando o motorista está sob efeito do álcool.



<b>Velocidade</b>	<b>distância percorrida pensando</b>	<b>distância percorrida freando</b>	<b>distância total percorrida</b>
<b>36 km/h</b> (10 m/s)	<b>6 m</b>	<b>6 m</b>	<b>12 m</b>
<b>72 km/h</b> (20 m/s)	<b>12 m</b>	<b>24 m</b>	<b>36 m</b>
<b>108 km/h</b> (30 m/s)	<b>18 m</b>	<b>54 m</b>	<b>72 m</b>
<b>144 km/h</b> (40 m/s)	<b>24 m</b>	<b>96 m</b>	<b>120 m</b>

A tabela mostra quanto um carro percorre antes de parar em uma breca numa estrada. Após ver algo que exija a freada, o motorista leva um certo tempo para reagir e o carro percorre alguns metros. Essa distância será proporcional ao tempo de reação do motorista e à velocidade do carro.

Na terceira coluna está a distância percorrida após o acionamento do freio, até o veículo parar. Observe que quando o valor da velocidade é o dobro, essa distância se torna quatro vezes maior, e não apenas o dobro. Isso mostra que em altas velocidades a distância a ser mantida entre veículos deve ser em muito aumentada, para evitar acidentes. Mostra também que, se o valor da velocidade for realmente muito alto, será muito difícil o carro parar antes de atingir o obstáculo que exigiu a freada.

### Quadrados

A tabela da página anterior está diretamente ligada à idéia de energia cinética. Por quê? Porque ao efetuar uma breca, o carro está perdendo toda a sua energia cinética, que será convertida em calor pelo atrito entre os pneus e o asfalto. A força responsável por esse trabalho é, portanto, uma força de atrito. O trabalho realizado por ela será igual ao valor da energia cinética perdida.

Se você olhar na tabela verá que quanto maior a velocidade do veículo, maior a distância de freada, o que indica que o trabalho foi maior, porque o carro tinha mais energia. Porém, quando a velocidade dobra de valor, a distância fica quatro vezes maior:

$$2 \times 36 \text{ km/h} = 72 \text{ km/h}$$

$$4 \times 6 \text{ metros} = 24 \text{ metros}$$

E quando a velocidade triplica, a distância fica nove vezes maior e não apenas três vezes. Observe:

$$3 \times 36 \text{ km/h} = 108 \text{ km/h}$$

$$9 \times 6 \text{ metros} = 54 \text{ metros}$$

Isso ocorre porque a energia cinética depende do quadrado da velocidade. Quadrado???

Observe bem e você verá o quadrado:

$$E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$$

$E_c$ : en. cinética  
 $m$ : massa  
 $v$ : velocidade

A energia cinética depende também da massa, já que frear um veículo de grande porte é mais difícil do que parar um carro pequeno.

Vamos tentar usar essa fórmula para determinar o valor da energia cinética de um carro a várias velocidades. Imaginemos um automóvel de 800 kg nas quatro velocidades da tabela:

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times 800 \times 10^2$$

$$E_c = 40.000 \text{ J}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times 800 \times 20^2$$

$$E_c = 160.000 \text{ J}$$

$$v = 30 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times 800 \times 30^2$$

$$E_c = 360.000 \text{ J}$$

$$v = 40 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \times 800 \times 40^2$$

$$E_c = 640.000 \text{ J}$$

quadrados

$$1^2=1$$

$$2^2=4$$

$$3^2=9$$

$$4^2=16$$

$$5^2=25$$

$$6^2=36$$

$$7^2=49$$

$$8^2=64$$

$$9^2=81$$

$$10^2=100$$

## Uma colisão a 36 km/h corresponde a uma queda de 5 metros de altura



Imagine um carro caindo de um barranco, de frente para o chão. Desprezando a resistência do ar, ele estaria sempre aumentando sua velocidade até atingir o solo. Quanto maior a altura, maior a velocidade ao chegar ao chão. Durante a queda sua energia potencial irá, pouco a pouco, se transformando em energia cinética.

Podemos montar uma tabela relacionando altura de queda e velocidade ao se chegar ao solo, igualando a energia do corpo antes da queda (que era somente energia potencial gravitacional) à energia no fim da queda (somente energia cinética), da seguinte forma:

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$$

Fazendo algumas peripécias você pode concluir que a fórmula para a altura é:

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

CONSULTE O LIMA SOBRE EXPRESSÕES ALGÉBRICAS

Para uma velocidade de 36 km/h, que corresponde a 10 m/s e  $g = 10 \text{ N/kg}$ , podemos fazer esse cálculo e chegar ao valor de 5 metros.

## Pode-se saber a velocidade de um carro antes de bater pelas marcas no asfalto?



É possível ter uma boa idéia, com este método. Imagine que um carro deixe uma marca de 15 metros de comprimento no asfalto e que na hora da colisão ele estivesse a 10 m/s. Será que ele corria muito antes de breicar? Consideremos que o coeficiente de atrito do pneu do carro com o asfalto seja igual a 1 (vide a leitura 16). Nesse caso, a força de atrito terá valor igual ao da força normal, e se a pista for horizontal, será também igual ao peso do carro. O trabalho realizado pelo atrito é a retirada de energia cinética do carro, ou seja:

**Energia cinética perdida = Trabalho do atrito**

De acordo com o que discutimos isso irá nos dar a seguinte formulinha:

$$\frac{m \cdot v_{\text{depois}}^2}{2} - \frac{m \cdot v_{\text{antes}}^2}{2} = - m \cdot g \cdot d$$

Com a ajuda de um experiente matemático você pode chegar a uma forma mais simples:

$$v_{\text{antes}}^2 = v_{\text{depois}}^2 + 2 \cdot g \cdot d$$

Se você conseguir a façanha de realizar os cálculos, verá que o carro possuía 20 m/s de velocidade antes de frear.

## Pelo amassado do carro podemos saber sua velocidade ao bater?



Quando o carro bate em um muro, por exemplo, a força de contato com o muro é muito grande, e pode ser considerada aproximadamente como sendo a resultante. Ela realiza o trabalho de amassar o carro de uma quantidade  $x$ , retirando-lhe toda sua energia cinética. Então podemos igualar:

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = F \cdot x$$

Como a força é a resultante, ela vale  $m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$ .

Com essas duas fórmulas e o fato de que a velocidade final é zero após a batida, podemos ter fazer a seguinte conta:

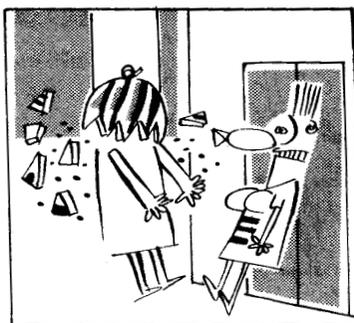
$$\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot \frac{v}{\Delta t} \cdot x$$

Simplificando tudo, teremos uma fórmula pequenininha para achar essa velocidade:

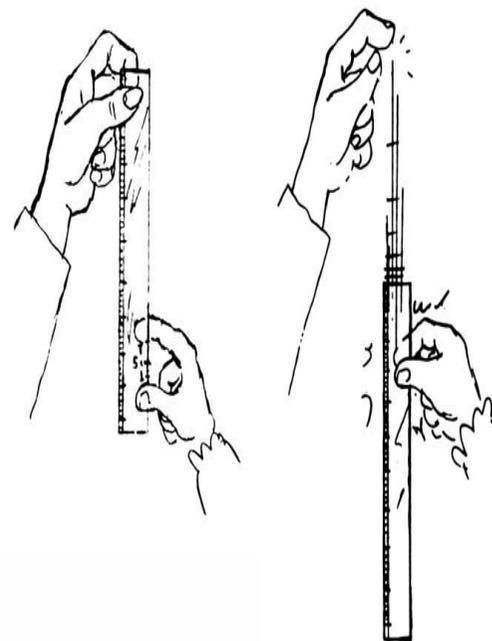
$$v = \frac{2 \cdot x}{\Delta t}$$

Uma colisão que dure 0,1s e amasse meio metro indica uma velocidade de 10 m/s.

## Casal Neuras



## Glauco



Uma melancia de massa  $m = 6 \text{ kg}$  é abandonada a partir do repouso de uma janela situada a uma altura  $h = 20 \text{ m}$  da cabeça de um senhor de alcunha Ricardão. Considerando a intensidade do campo gravitacional da Terra como  $g = 10 \text{ N/kg}$  e desprezando a resistência do ar sofrida pelo bólido vegetal:

- Calcule a velocidade com que ele atinge seu alvo.
- O que mudaria se fosse uma laranja, em vez de uma melancia? E o que não mudaria?

### TESTANDO CONHECIMENTO

(FUVEST) Um carro viaja com velocidade de  $90 \text{ km/h}$  (ou seja,  $25 \text{ m/s}$ ) num trecho retilíneo de uma rodovia quando, subitamente, o motorista vê um animal parado na sua pista. Entre o instante em que o motorista avista o animal e aquele em que começa a frear, o carro percorre  $15 \text{ m}$ . Se o motorista frear o carro à taxa constante de  $5,0 \text{ m/s}^2$ , mantendo-o em sua trajetória retilínea, ele só evitará atingir o animal, que permanece imóvel durante todo o tempo, se o tiver percebido a uma distância de, no mínimo,

- $15 \text{ m}$ .
- $31,25 \text{ m}$ .
- $52,5 \text{ m}$ .
- $77,5 \text{ m}$ .
- $125 \text{ m}$ .



### FIQUE ESPERTO:

#### medindo um tempo de reação

Segure uma régua na vertical, pela sua extremidade superior. Diga ao seu colega que, quando você soltar a régua, ele deve apanhá-la com os dois dedos inicialmente afastados aproximadamente  $5 \text{ cm}$ , colocados no outro extremo da régua, onde encontra-se o zero. Diga "JÁ" quando soltar a régua. O que aconteceu? Ele conseguiu pegar a régua? Qual foi o seu tempo de reação? Dica: determine a distância percorrida pela régua entre o seu "JÁ" e o instante em que ele consegue segurar a régua. Utilizando esse valor, determine o tempo de queda da régua, que é igual ao tempo de reação de seu colega.