

NOTABLE QUOTABLE

“So many questions without answers. So many experts with differing views. A brutal realisation that things don’t work the way we always thought. Seeing infinite shades of grey instead of that comforting black and white world. Sound familiar? Welcome to the mind of a scientist.”

Science also has something to teach us about living with uncertainty, argues biochemist Darren Saunders. ([The Conversation](#))

Momento Linear

I woke to myself and looked about me, and said to the folk of Troizen, "I haue had the sign of Poseidon. He will shake the earth and soon. Warn them in all the houses to come out of doors. Send word to the Palace."

Theseus, King of Athens

Geologists can demonstrate that at least eight major earthquakes haue occurred (on the southern San Andreas fault) in the past 1200 years with an auerage spacing in time of 140 years, plus or minus 30 years. The last such euent occurred in 1857.... The aggregate probabability for a catastrophic earthquake in the whole of California in the next three decades is well in excess of 50 percent.

Federal Emergency Management Agency

Mudanças: abruptas como **terremoto** ou lentas como **envelhecimento** estão sempre presentes no nosso quotidiano

Terremoto: movimento das placas da crosta terrestre, deslizando e tensionando.

Ciência: mudanças são um processo natural.

Mudanças: interações —> conceito útil: momento

CONCEITOS

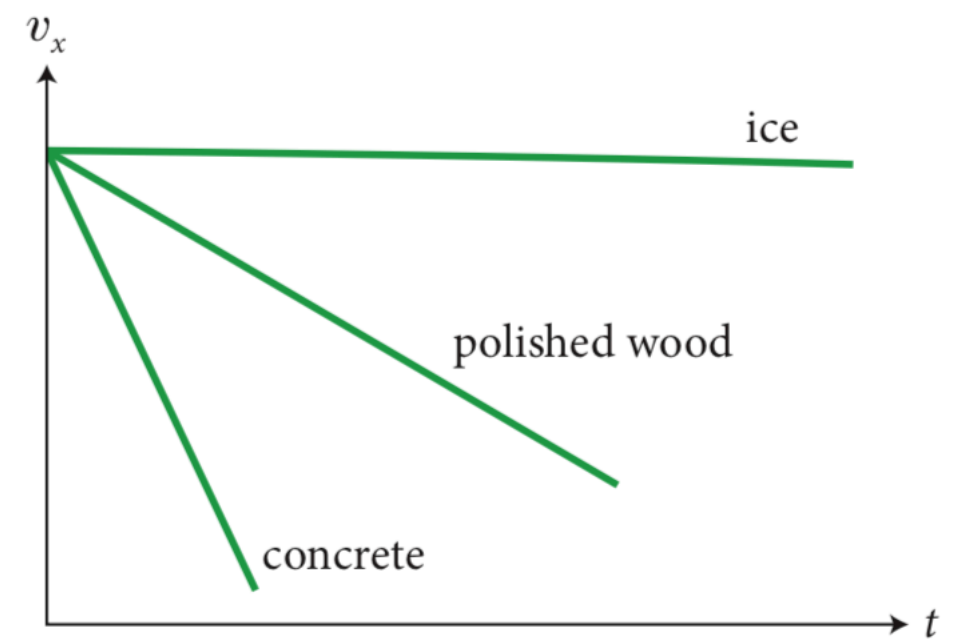
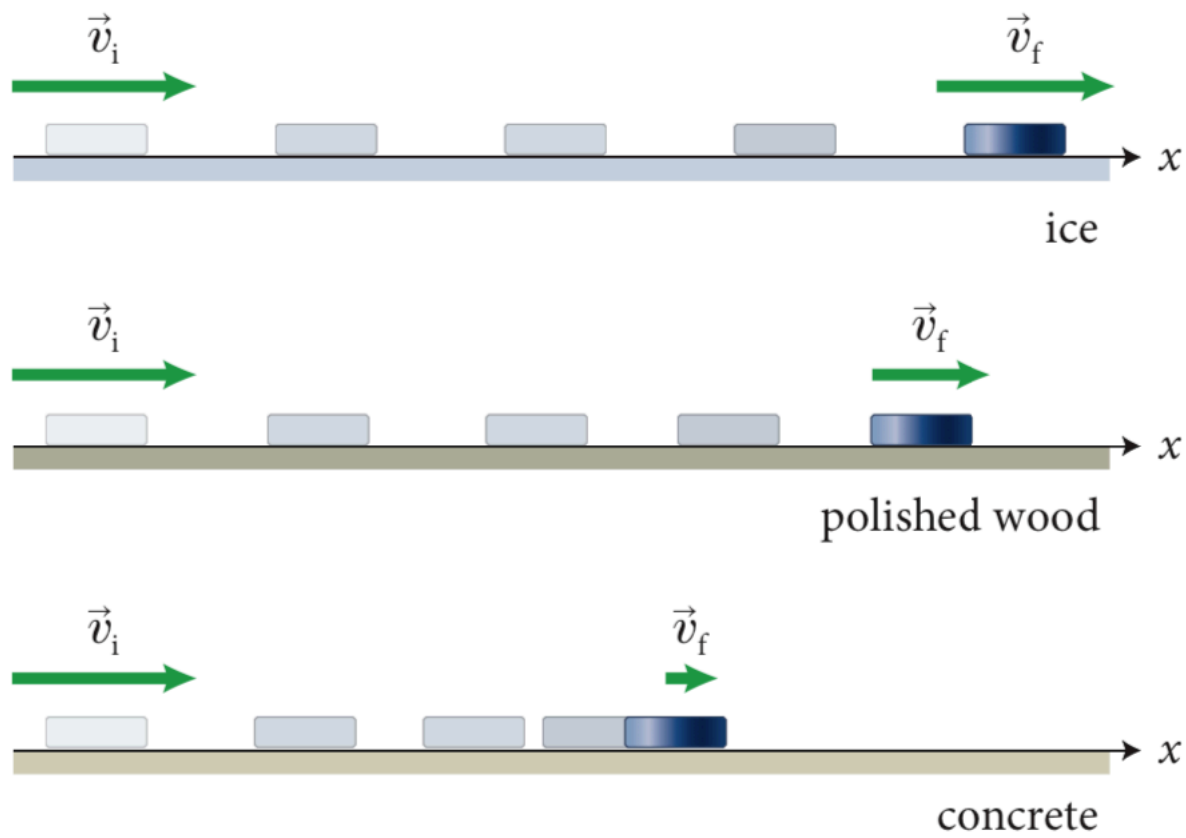
Mudanças: *interações* → conceito útil: momento

Como relacionar as interações com mudanças:

mudanças: alteração na velocidade

quais fatores influenciam a interação?

Vamos examinar alguns "**experimentos**":

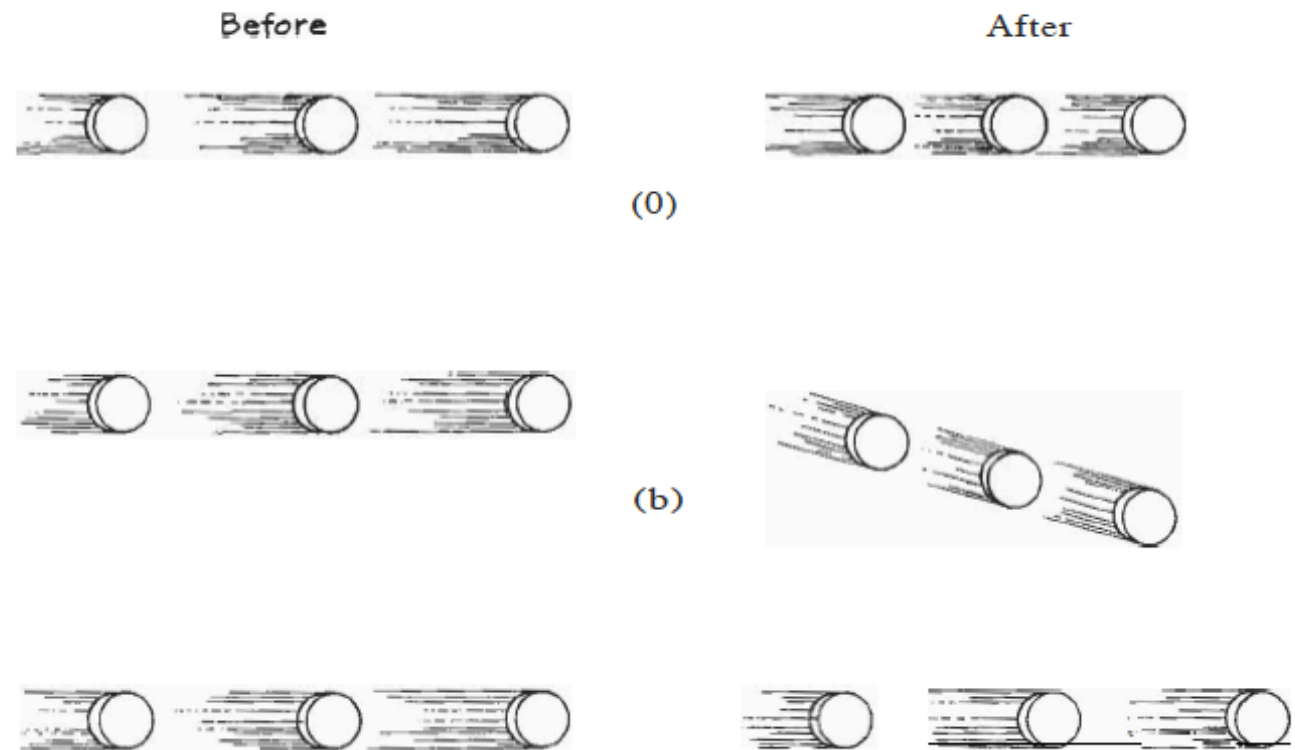


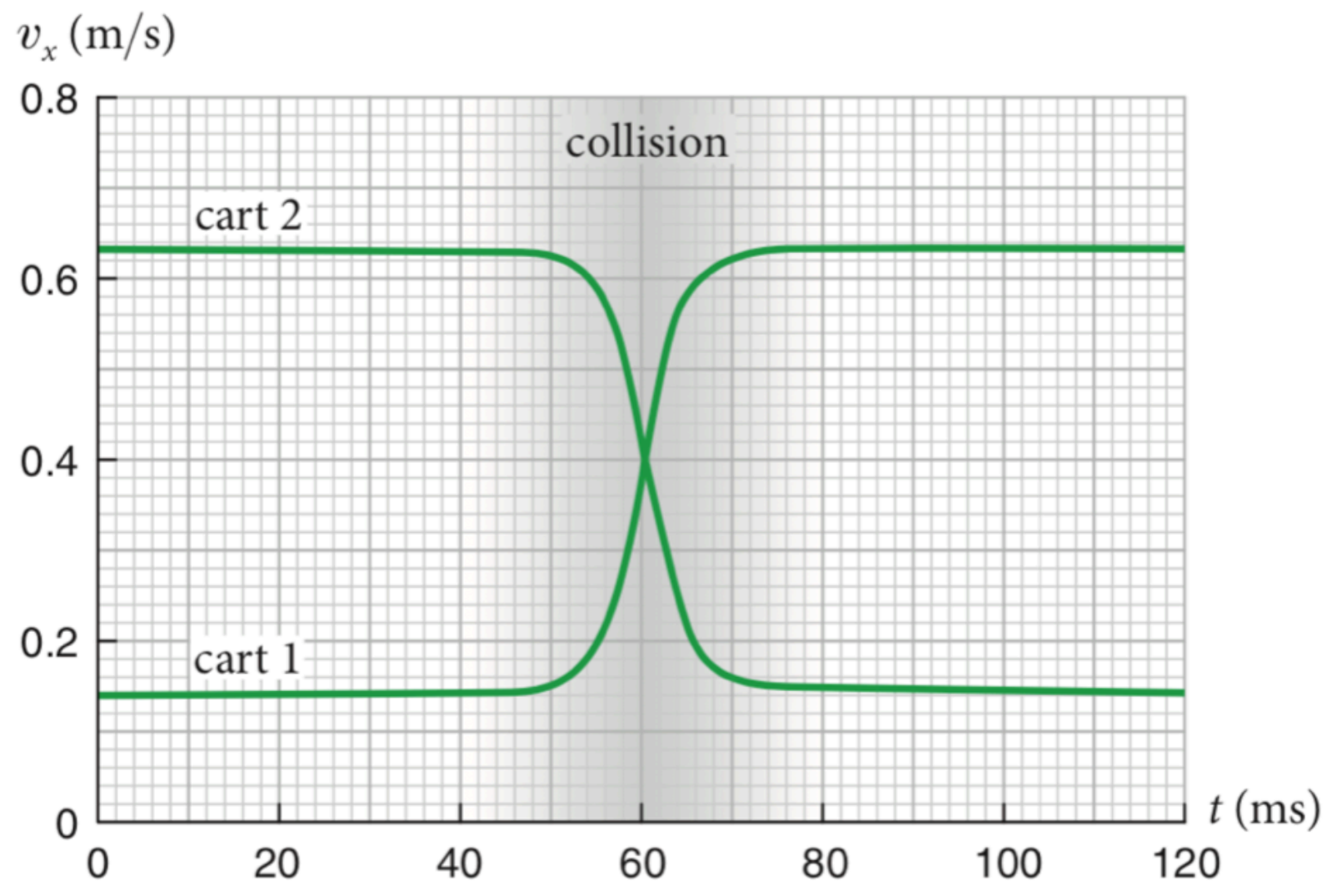
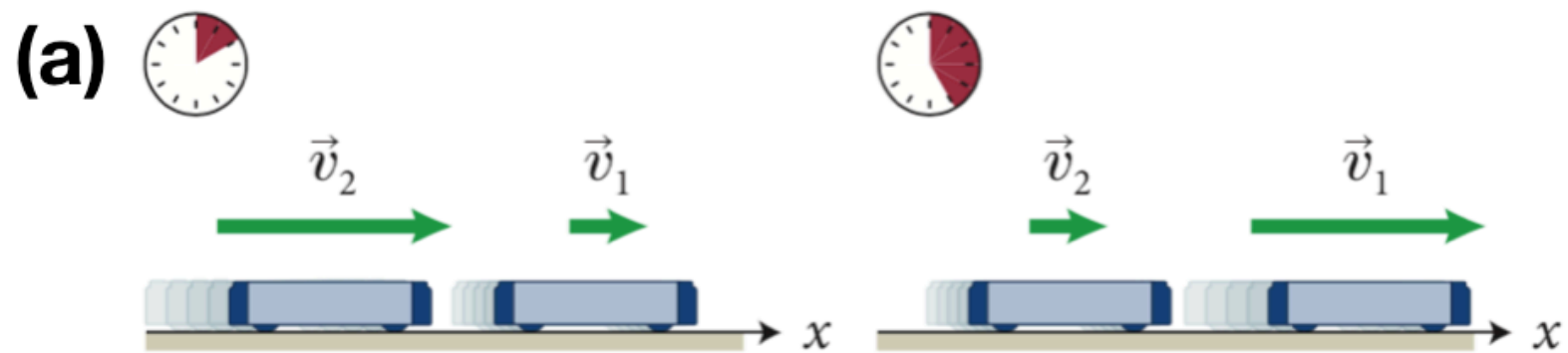
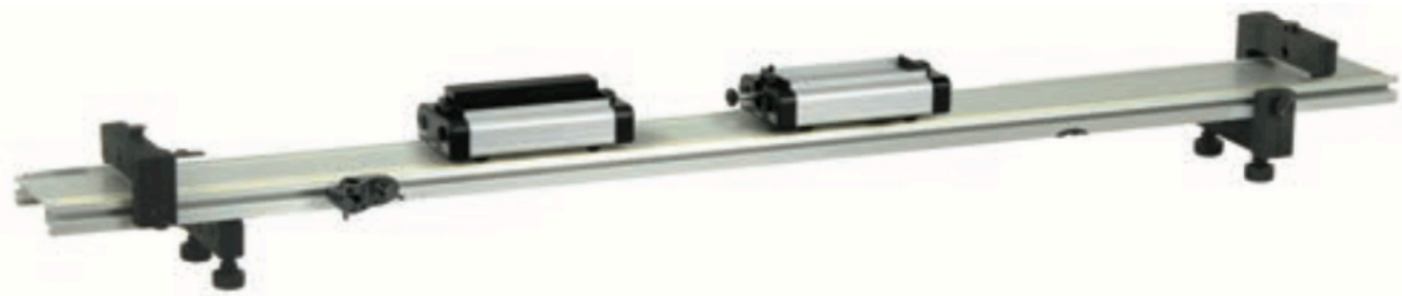
Na ausência de atrito, objetos que se movem ao longo de uma trajetória horizontal continuam se movendo sem diminuir sua velocidade

interações



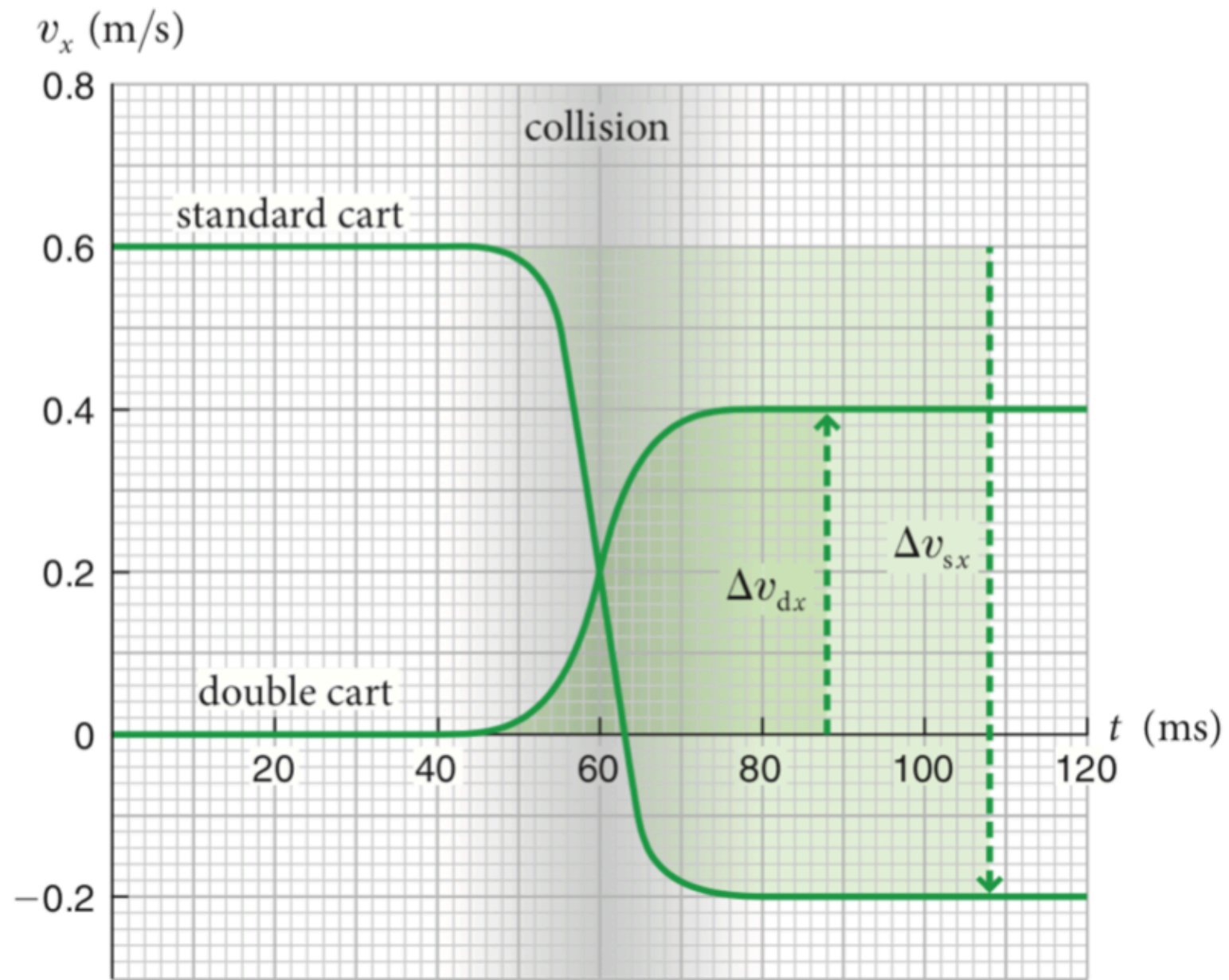
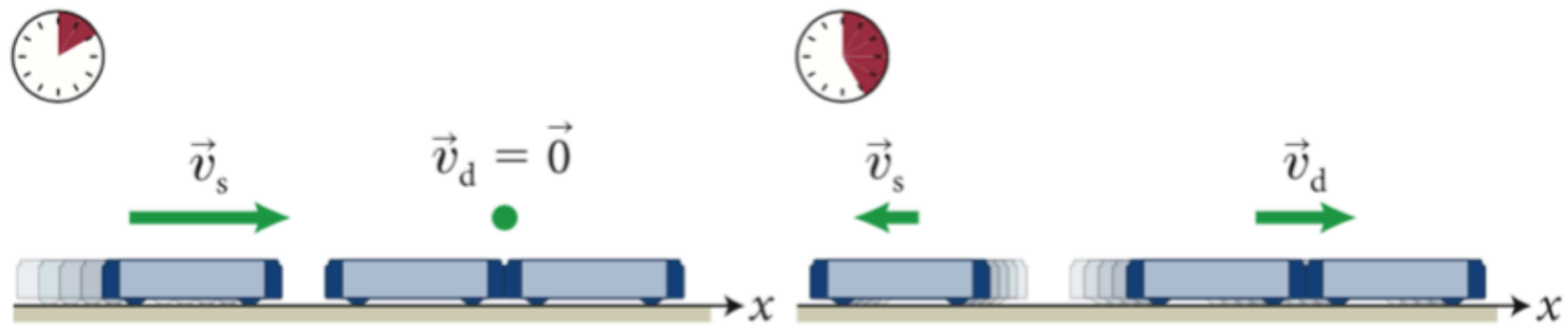
mudanças

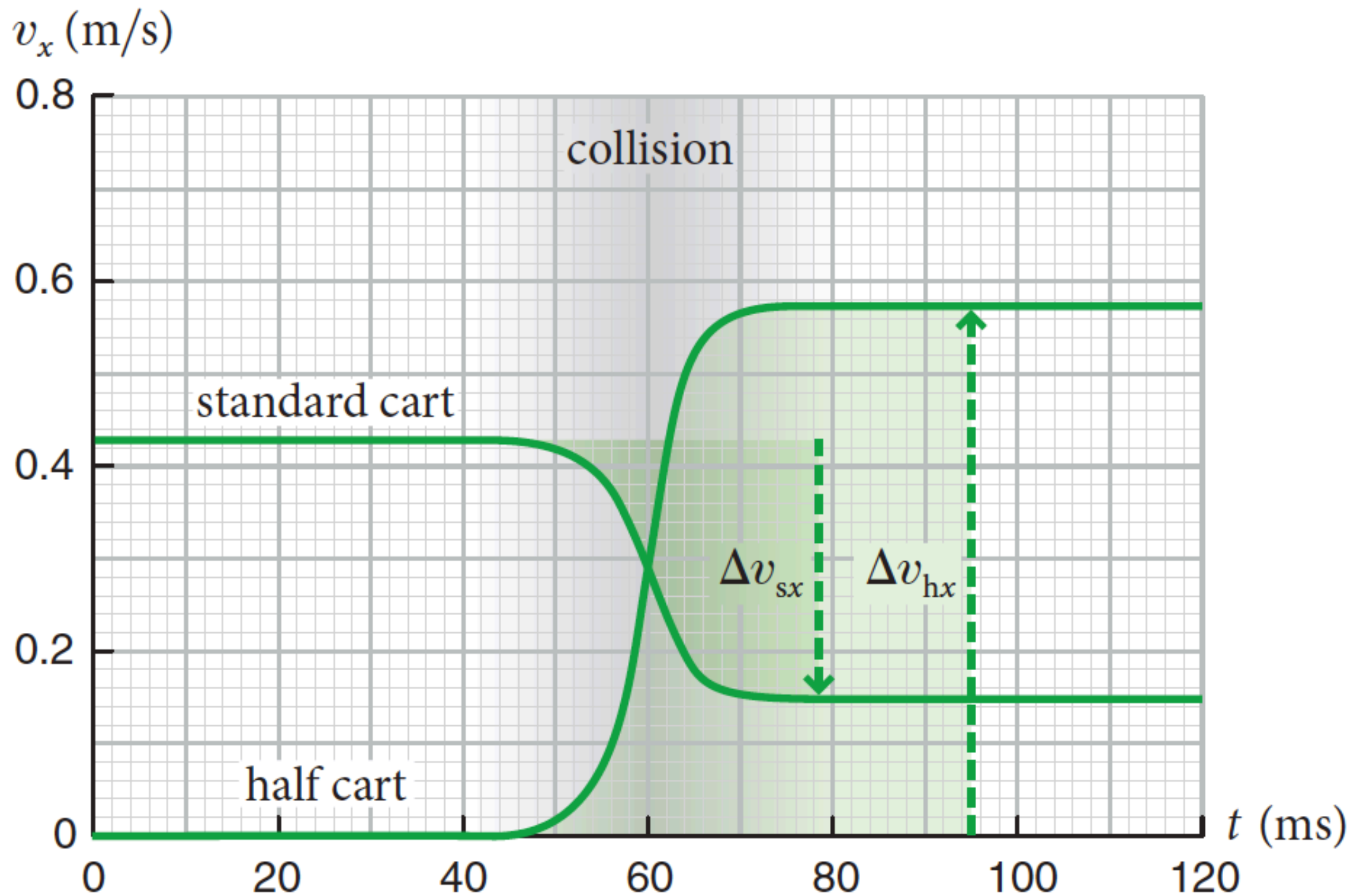


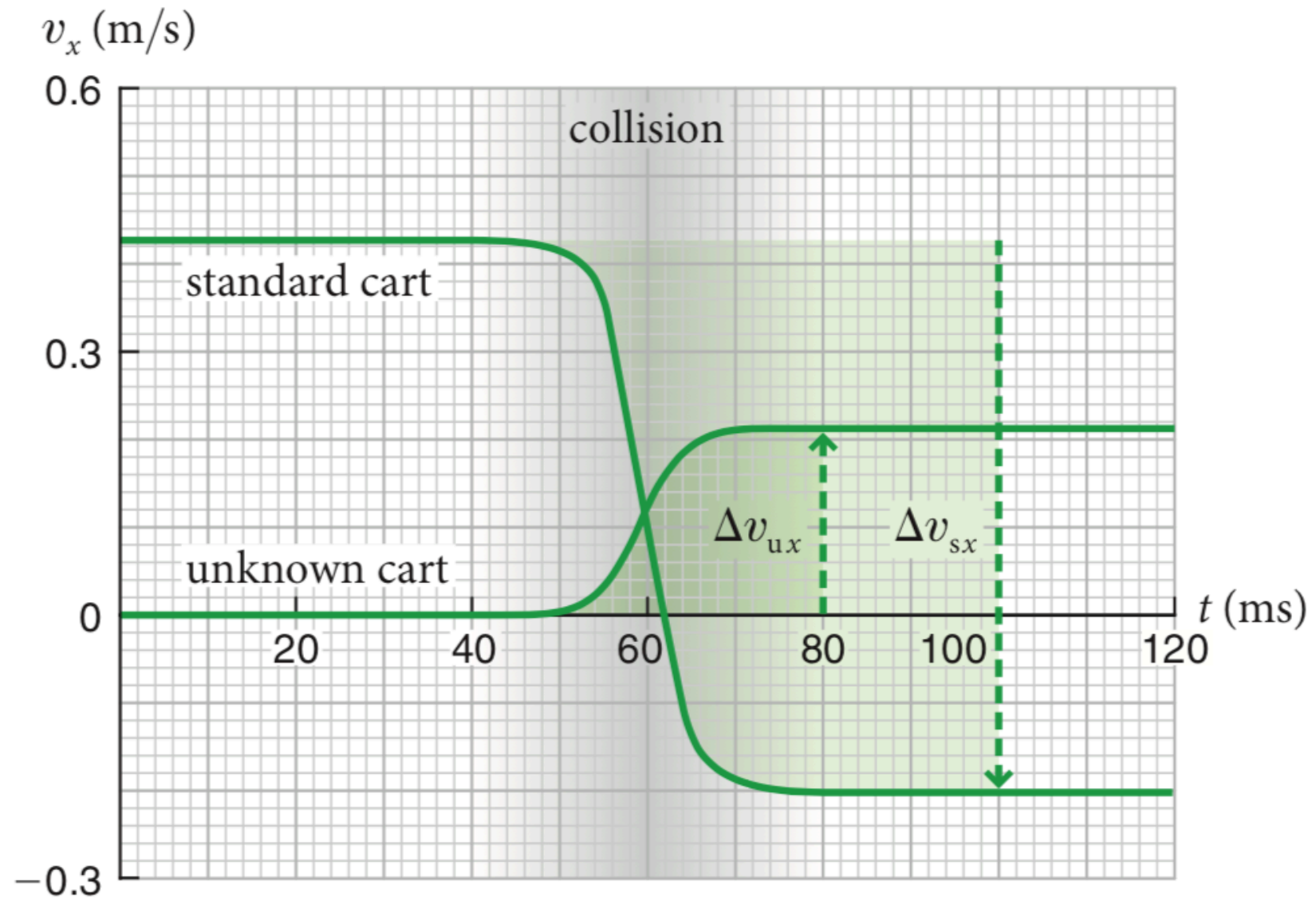


Experimento	Carro 1	Carro 2	$ \Delta v_{1x} : \Delta v_{2x} $
1	padrão	padrão	
2	dobro	padrão	
3	metade	padrão	

Inércia: tendência de um objeto a resistir a uma mudança na sua velocidade.

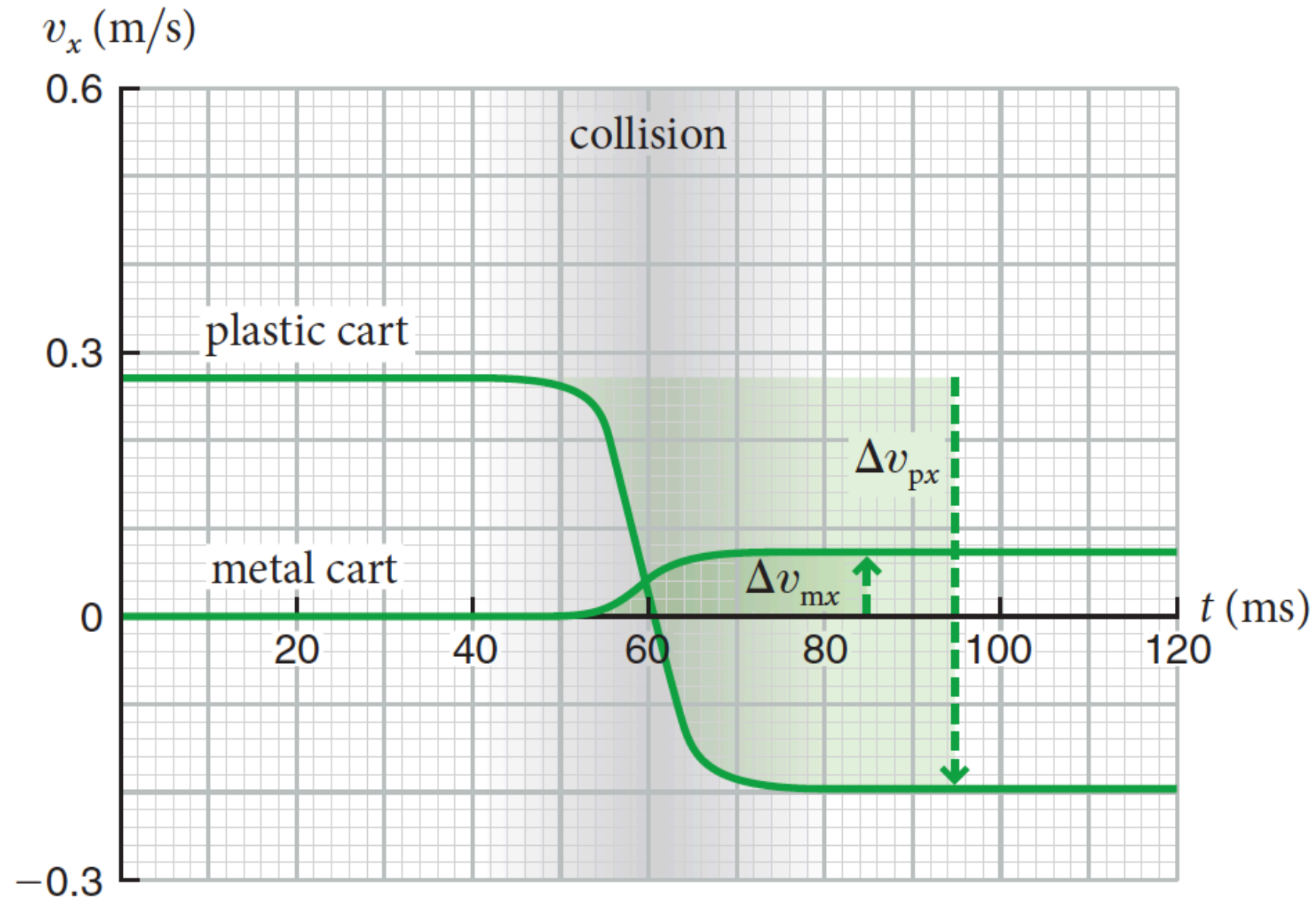






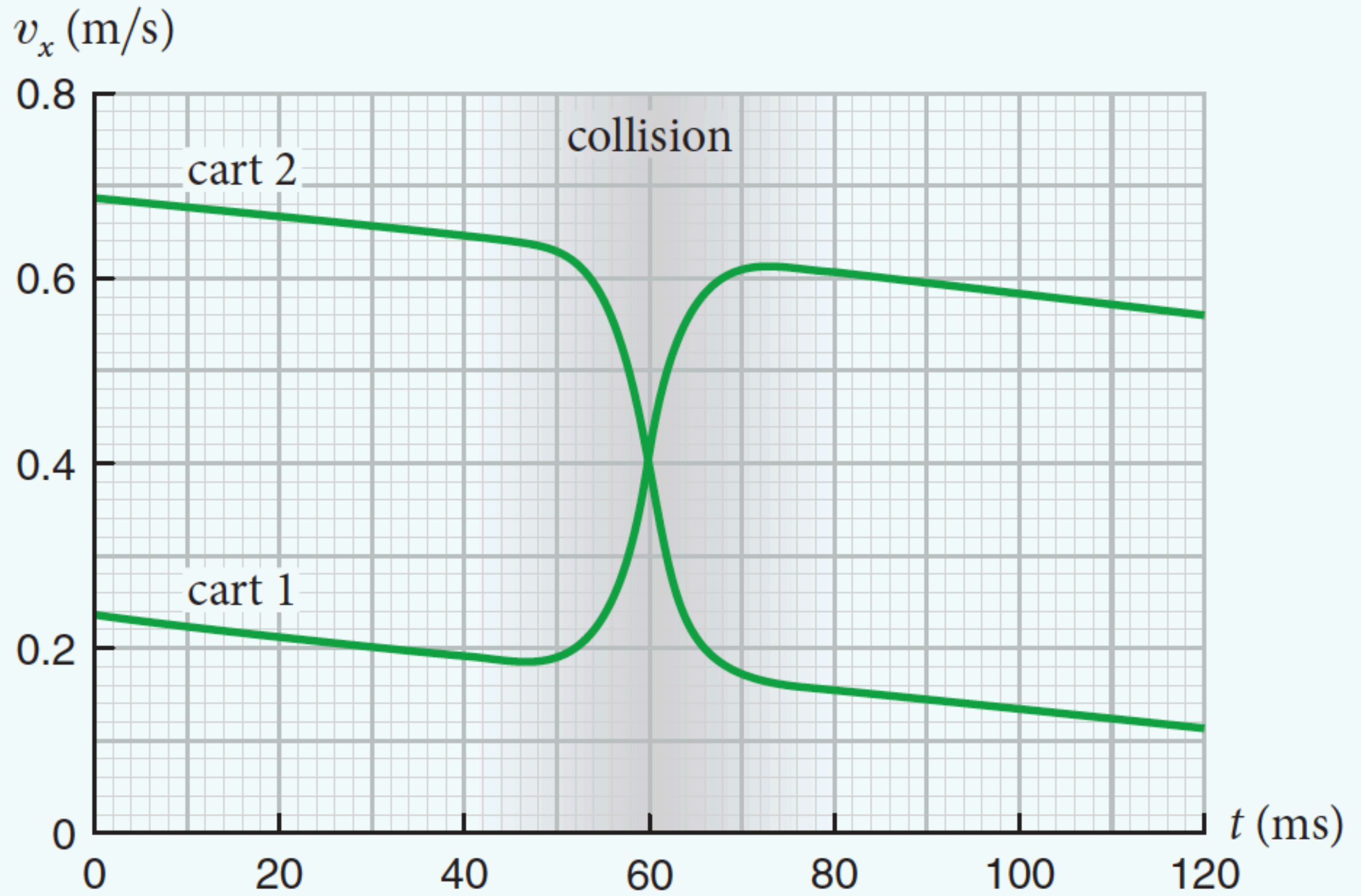
?

Dois exemplos:



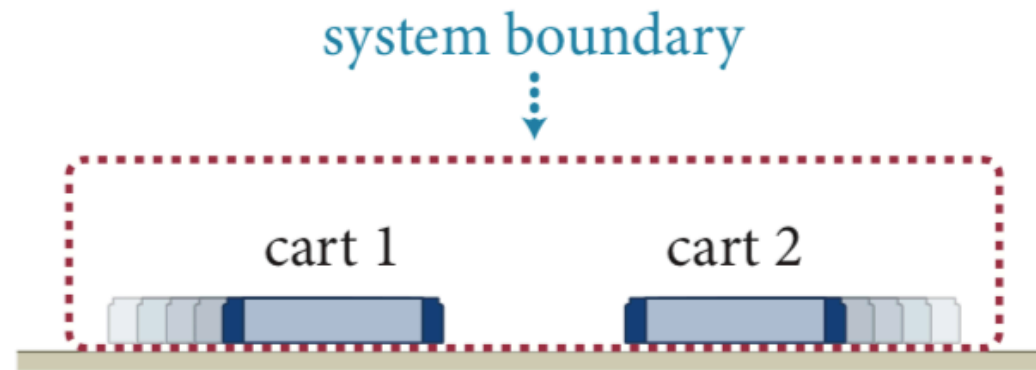
A inércia de um objeto é determinada inteiramente pelo tipo de material que o objeto é feito e pela quantidade de material contida no objeto.

atrigo

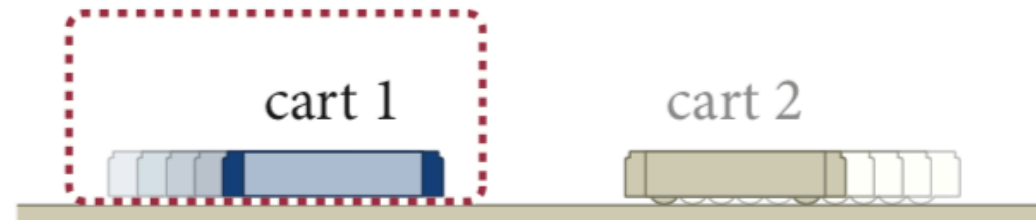


SISTEMAS

(a) Choice 1: system consists of both carts



(b) Choice 2: system consists of one cart



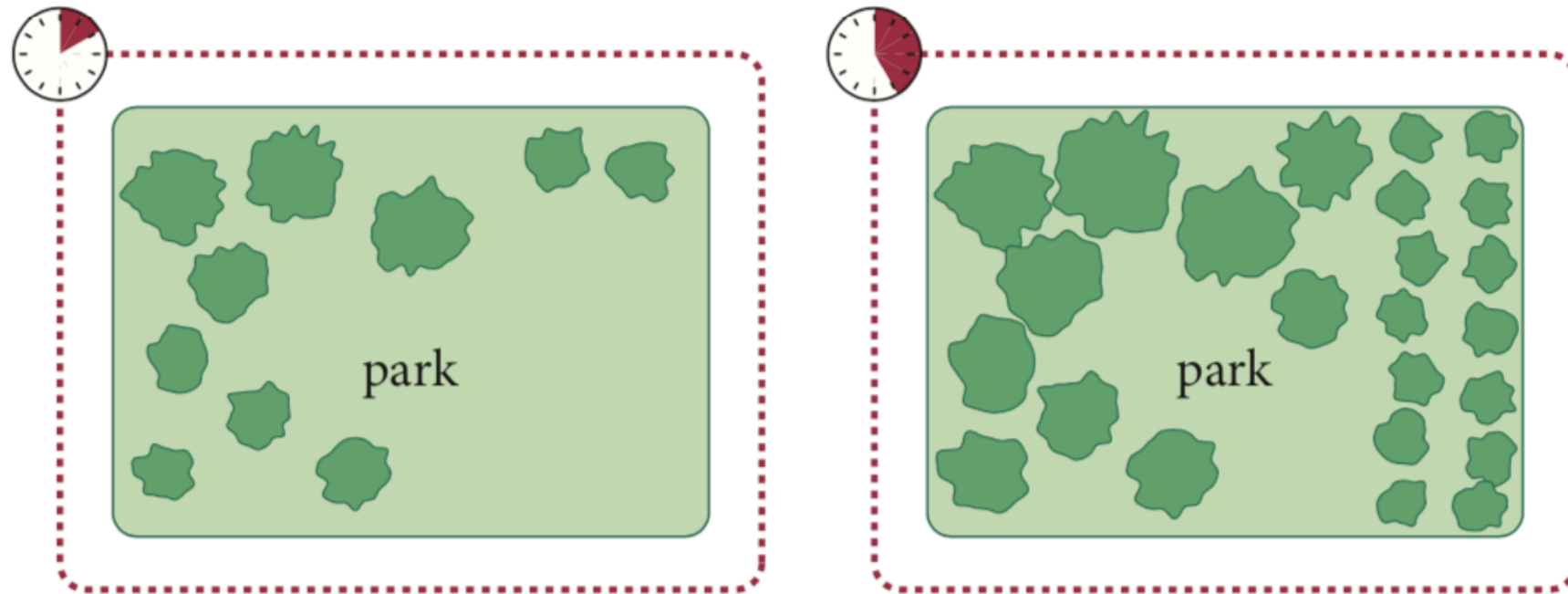
(a)



(b)



Grandezas extensivas e intensivas



mudança = contagem de árvores inicial - contagem de árvores final

mudança = criação - destruição

(a)



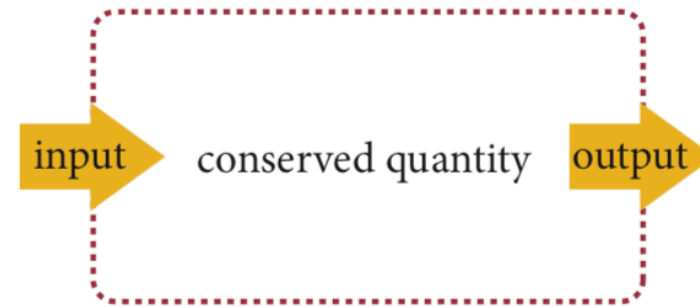
Extensive quantities can be changed by input, output, creation, and destruction.

(b)



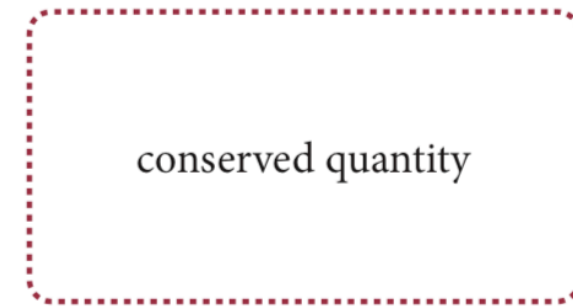
If there is no input or output, the quantity can be changed only by creation or destruction.

(c)



If an extensive quantity cannot be created or destroyed, it is said to be conserved.

(d)



If there is no input or output, a conserved quantity cannot change.

$$\text{mudança} = \text{entrada} - \text{saída} + \text{criação} - \text{destruição}$$



área:

circunferência:



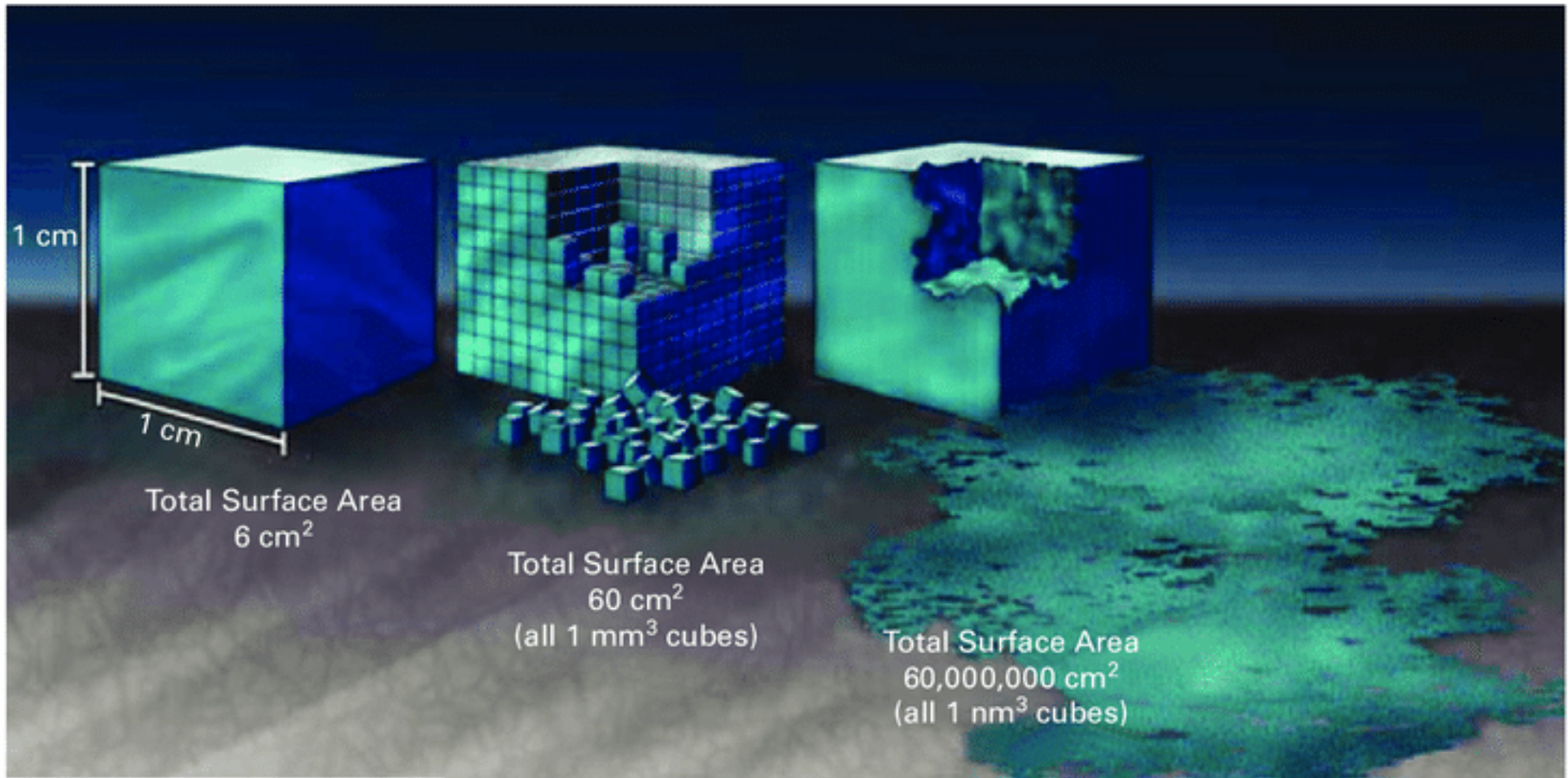
área:

circunferência:



área:

circunferência:



ANÁLISE QUANTITATIVA

inércia:
$$\frac{m_u}{m_s} = - \frac{\Delta v_s}{\Delta v_u}$$

inércia, velocidade -----> momento

$$m_u \Delta v_u + m_s \Delta v_s = 0 \longrightarrow m_u v_{u,f} - m_u v_{u,i} + m_s v_{s,f} - m_s v_{s,i} = 0.$$

$$p = mv \quad \rightarrow \quad \Delta p_u + \Delta p_s = 0$$

quantidade de movimento / momento linear / momento

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

$$p_x = m v_x$$

unidades: $[p] = [m][v] = MLT^{-2}$

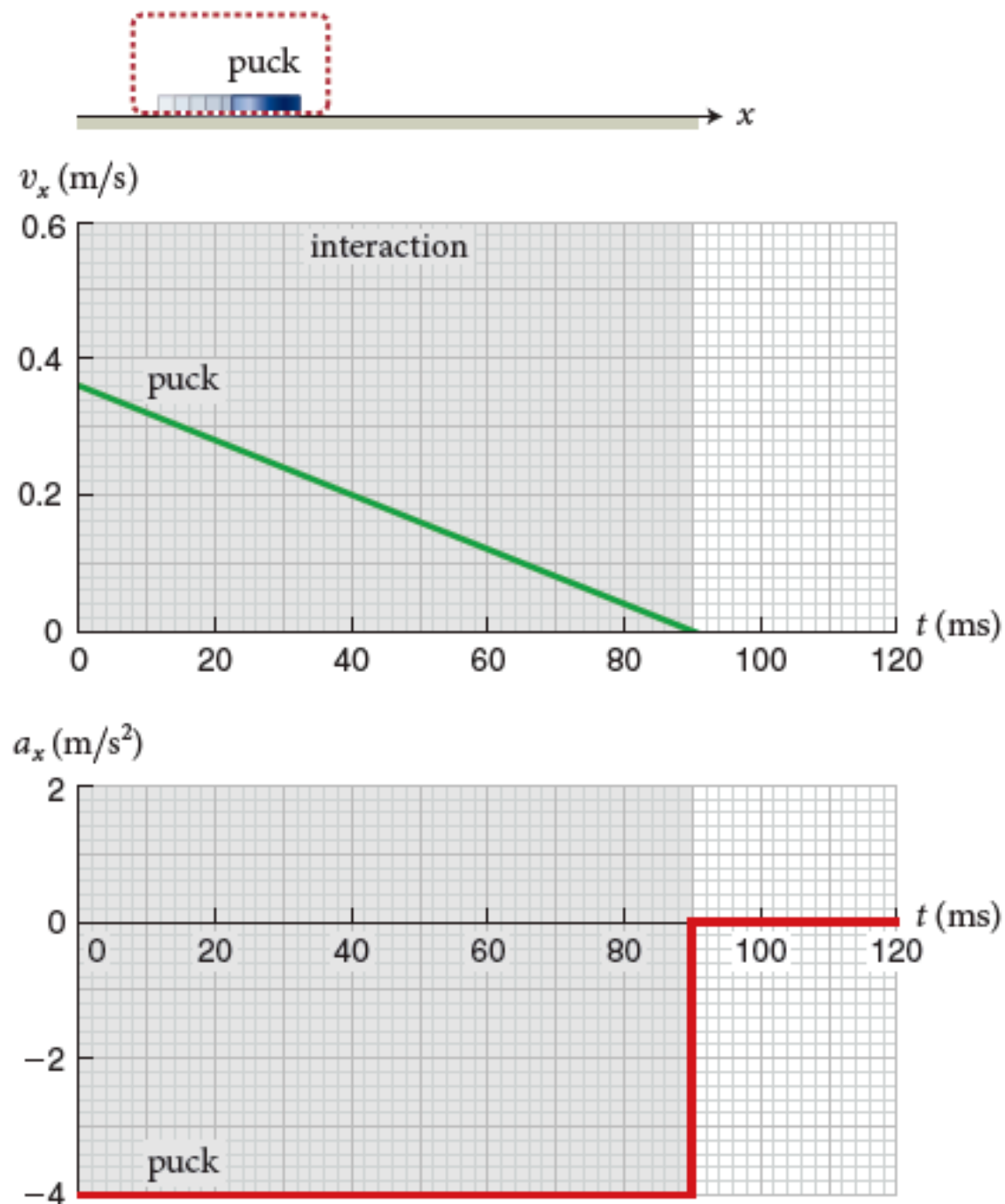
SI: $\frac{kg \cdot m}{s^2}$

$$\Delta \vec{p}_u + \Delta \vec{p}_s = 0$$

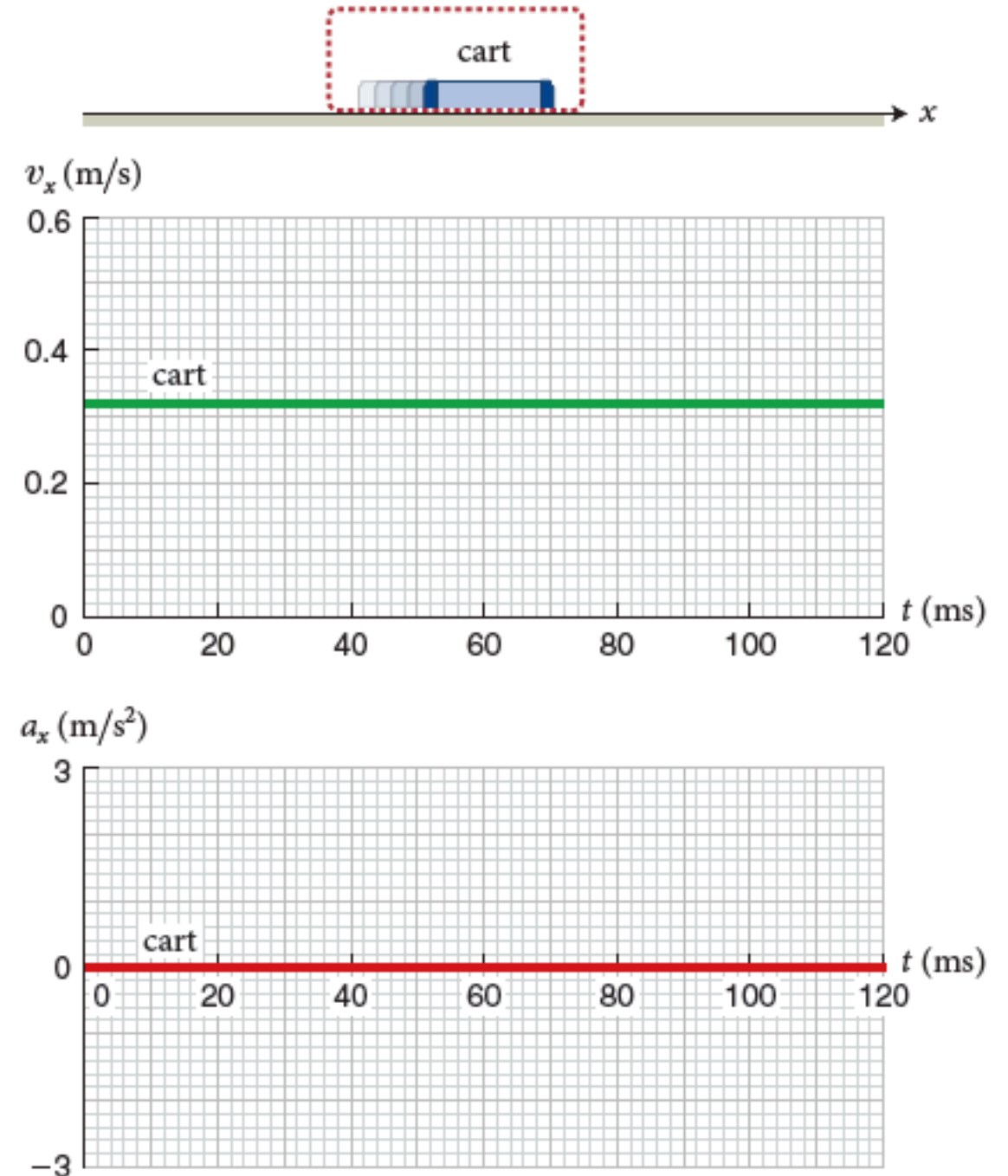
Sistemas isolados

$$p_{sistema} \equiv p_u + p_s \quad \Rightarrow \quad \Delta p_{sistema} = 0$$

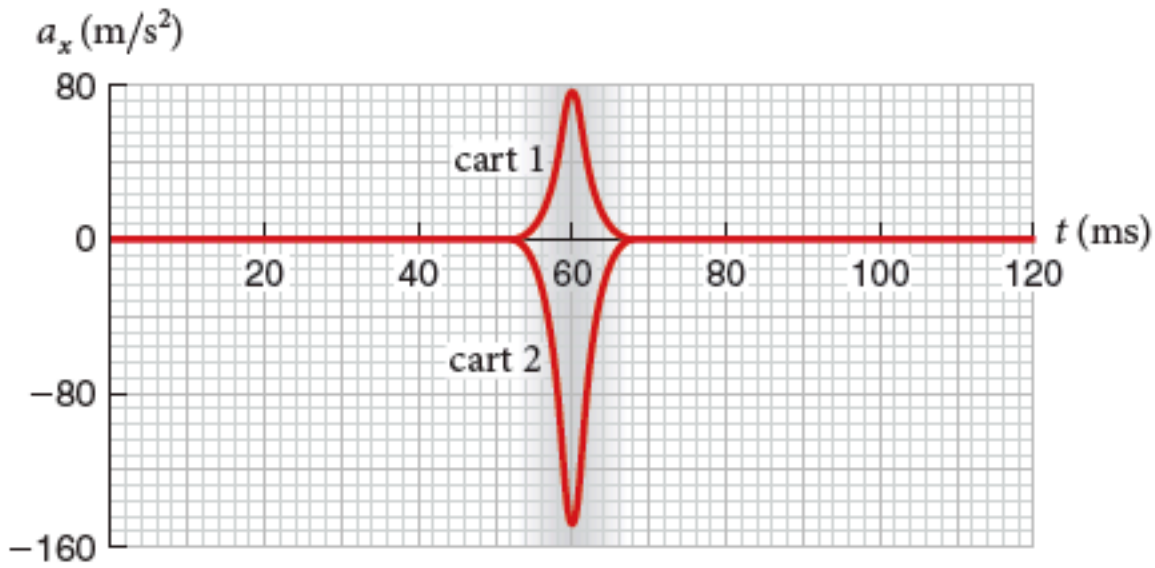
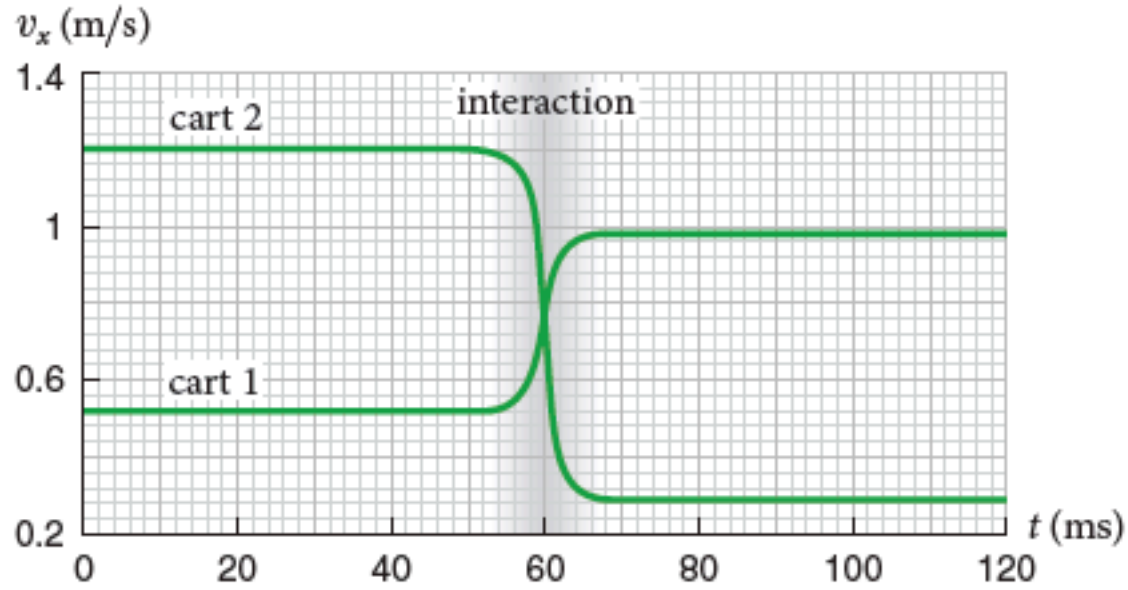
(a) Puck slows to a halt



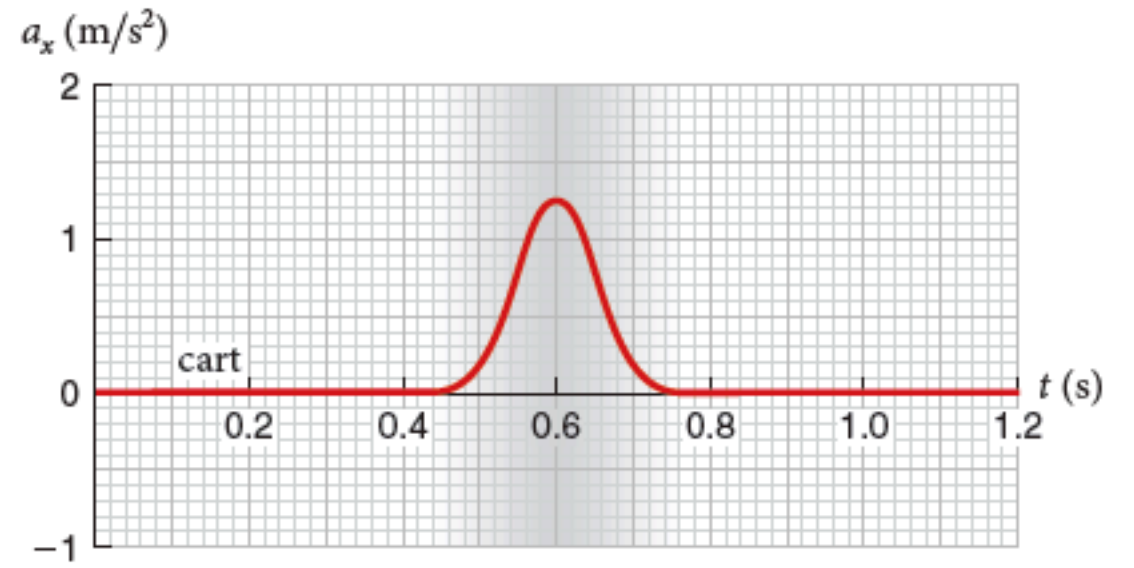
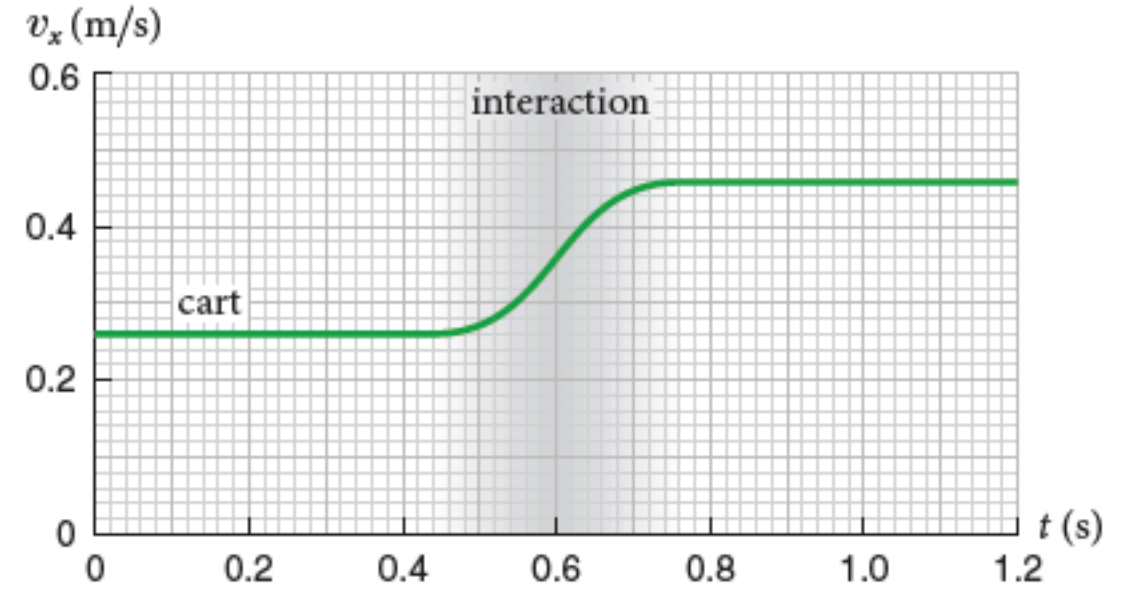
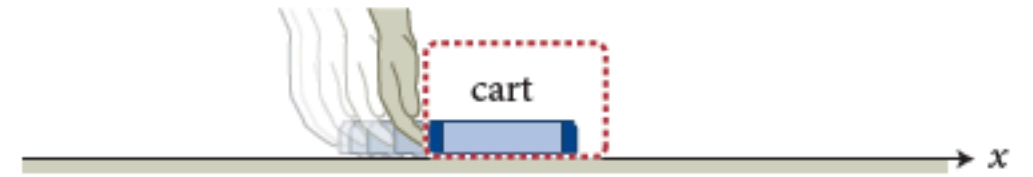
(b) Cart moves at constant velocity



(c) Standard cart collides with cart of unknown inertia

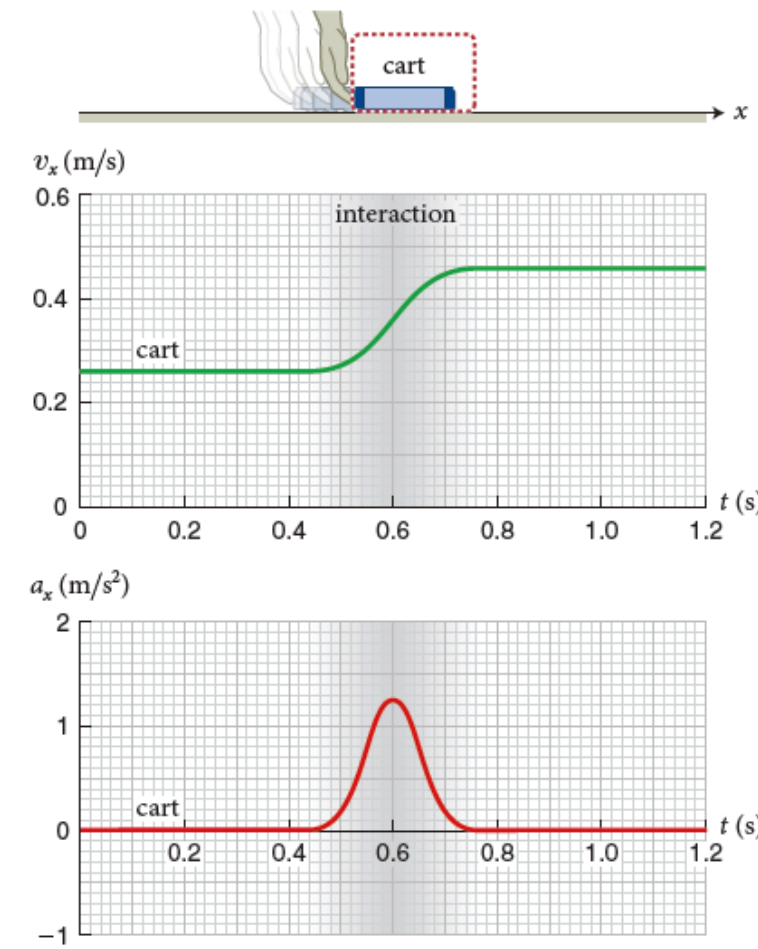


(d) Cart moving at constant velocity is given a shove



caso	objetos interagindo	sistema	interação com sistema?	$\Delta \vec{p}$
a	chão \leftrightarrow puck	puck		
b	nenhum	carro		
c	carro 1 \leftrightarrow carro 2	carro 1		
d	carro 1 \leftrightarrow carro 2	carro 1 \leftrightarrow carro 2		
e	mão \leftrightarrow carro	carro		

(e) Cart moving at constant velocity is given a shove

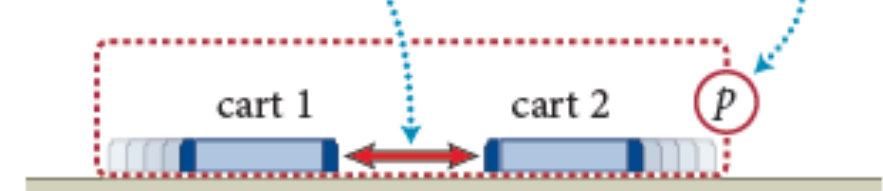


	escolha 1	escolha 2
sistema		
vizinhança		
interações		
sistema isolado?		
variação de momento?		

(a) Choice 1: system = both carts

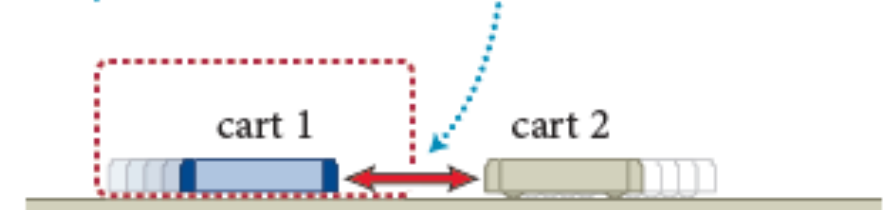
Interaction is *internal* to system . . .

. . . so system is isolated.



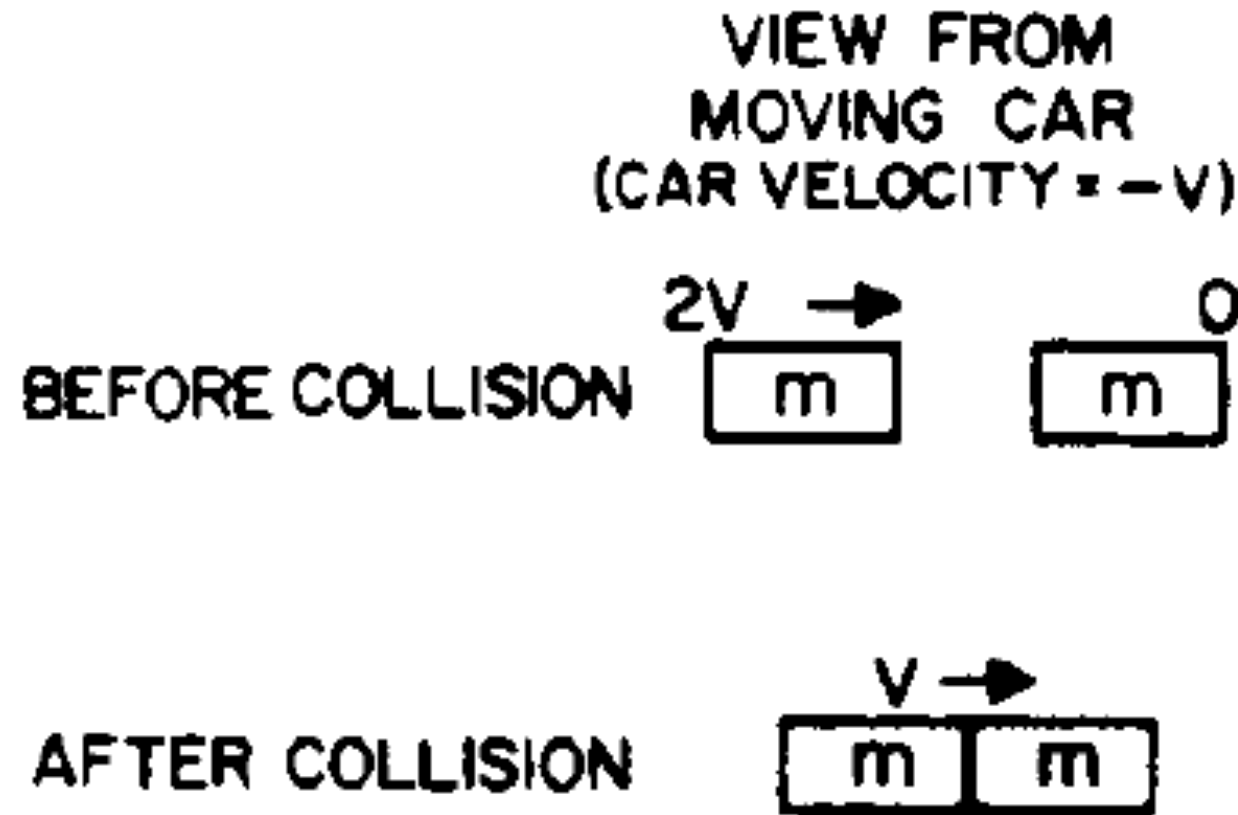
(b) Choice 2: system = cart 1

Interaction is *external* (crosses system boundary), so system is not isolated.



Conservação de momento

$$\Delta \vec{p} = 0 \quad \text{sistema isolado}$$



BEFORE COLLISION $2v \rightarrow$ m m^0

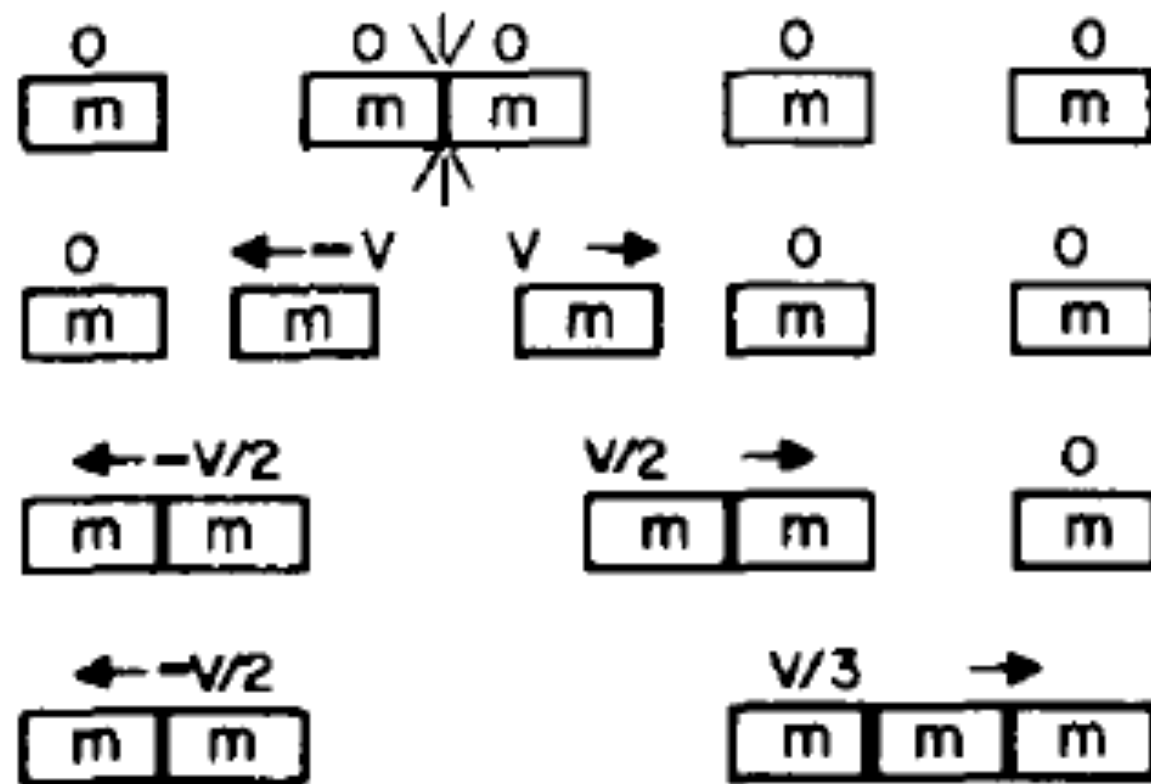
AFTER COLLISION $v \rightarrow$ m m

$v_1 \rightarrow$ $v_2 \rightarrow$ m m BEFORE COLLISION v

$v \rightarrow$ m m AFTER COLLISION

BEFORE COLLISION $\begin{matrix} 3v/2 \\ \rightarrow \\ \boxed{m} \end{matrix}$ $\begin{matrix} 0 \\ \boxed{2m} \end{matrix}$

AFTER COLLISION $\begin{matrix} v/2 \rightarrow \\ \boxed{3m} \end{matrix}$





interações externas: interações entre o sistema e o ambiente

interações internas: interações entre objetos que constituem o sistema

Sistema isolado: *sistema no qual não há interações externas. Logo*

$$\Delta p_{\text{sistema}} = 0$$

Para sistemas que não são isolados:

$$\Delta p = J \quad (\equiv \text{impulso})$$

Lembre-se: conservação do momento \longleftrightarrow simetria por translação

sistema não-isolado: interação por agente externo \longrightarrow quebra da simetria de translação

Problemas

P. 38 - Mazur

(a) Escreva uma expressão relacionando a aceleração média, Δp e Δt para um objeto com inércia constante m . (b) Considerando seu resultado na parte (a), o que pode dizer sobre o valor da aceleração de um objeto que fica em repouso após cair em uma cama macia em comparação a um chão duro. (c) Discuta a ideia por trás dos "airbags" dos carros.

P.83 - Mazur

Nos dias antes do advento dos foguetes, algumas pessoas argumentavam que motores de foguetes não funcionariam no espaço por que não teria atmosfera na qual a exaustão pudesse empurrar contra. Ainda hoje, algumas pessoas pensam que o foguete exige uma base de lançamento contra a qual empurrar para poder sair. Contre-argumente utilizando considerações baseadas em momento.

P.91 - Mazur

Considere um foguete de dois estágios feito com propulsores nos dois estágios cada um com inércia m e uma carga de inércia m . Estágios 1 e 2 cada contém combustível com inércia m . O foguete tem, portanto, uma inércia total de $5m$ antes de começar a gastar seu combustível.

Cada estágio expelle seu combustível a uma velocidade $v_{comb} = v_{ex} - v_i$, onde v_i é a velocidade do foguete antes do combustível começar a ser expelido. O foguete inicialmente está em repouso no espaço. Estágio 1 expelle seu combustível rapidamente e separa-se do foguete. O mesmo processo se repete com o estágio 2.

(a) Qual é a velocidade final da carga?

(b) Considere agora outro foguete com inércia $5m$ mas com apenas um único estágio, com inércia $2m$, contendo combustível com inércia $2m$. Partindo do repouso, novamente, o estágio expelle seu combustível rapidamente e separa-se do foguete. Qual é a velocidade final da carga nesse caso?

© Qual projeto de foguete tem maior velocidade para a carga? Porque?

