Dynamika I. - Kinematika

Rovnoměrný a rovnoměrně zrychlený pohyb

Pavel Maršálek

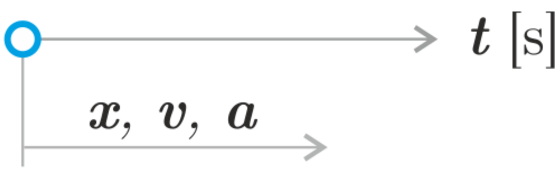
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní, Katedra aplikované mechaniky

pavel.marsalek@vsb.cz

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

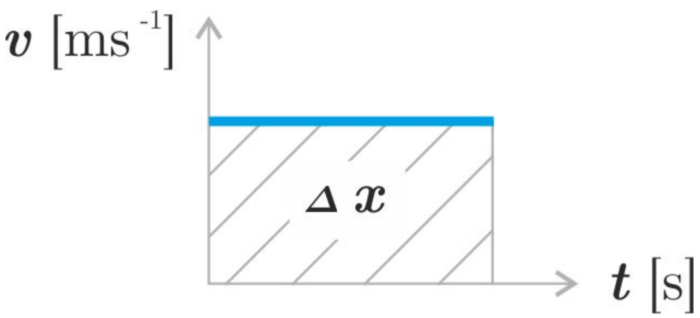
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

KINEMATIKA - ZÁKLADNÍ VELIČINY



čas	t [s]
dráha	x, l, s [m]
rychlost	v [ms^{-1}]
zrychlení	a [ms^{-2}]

ROVNOMĚRNÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

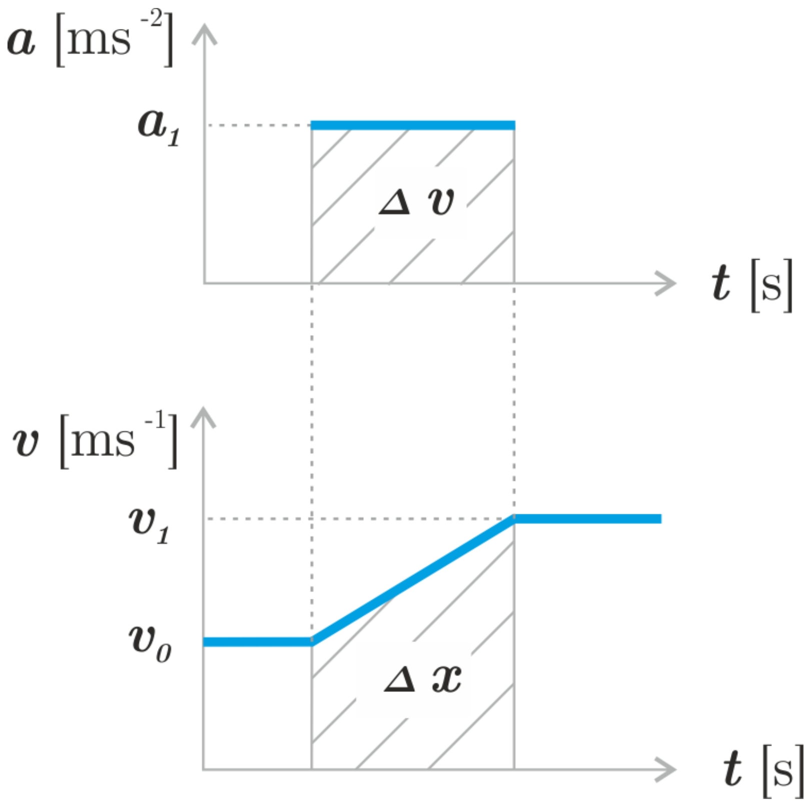


$v = konst.$

$a = 0\ \mathrm{ms}^{-2}$

$x_1 - x_0 = vt$

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB



$v = lin.$

$a = konst.$

$v_1 - v_0 = \Delta v = at$

$x_1 - x_0 = \Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$

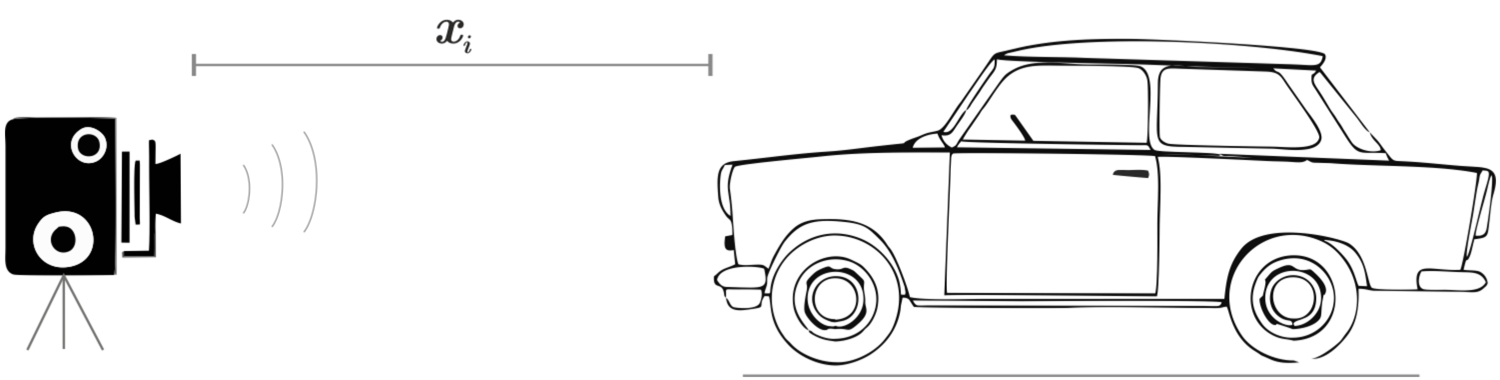
$v_1{}^2 - v_0{}^2 = 2a\Delta x$

PŘÍKLAD Č. 1

PŘÍKLAD Č. 1

Radar (měření rychlosti)

Moderní automobil projíždí krajinou neznámou rychlostí. V jistém okamžiku je v dosahu policejního radaru s časovým krokem t = 0,5 s. Radar naměří tyto hodnoty vzdálenosti: x_0 = 600 m; x_1 = 588 m; x_2 = 575 m. Určete průměrnou rychlost automobilu v.

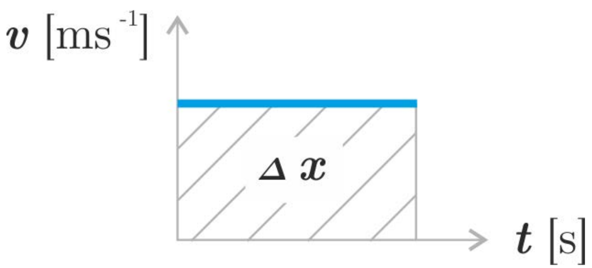


PŘÍKLAD Č. 1

Radar (měření rychlosti)

Moderní automobil projíždí krajinou neznámou rychlostí. V jistém okamžiku je v dosahu policejního radaru s časovým krokem t = 0,5 s. Radar naměří tyto hodnoty vzdálenosti: x_0 = 600 m; x_1 = 588 m; x_2 = 575 m. Určete průměrnou rychlost automobilu v.

Rovnoměrný pohyb



$$t = 0{,}5 \text{ s}$$

$$x_0 = 600 \text{ m} \qquad x_2 = 575 \text{ m}$$

$$x_1 = 588 \text{ m}$$

$$x_1 - x_0 = v_1 t \Longrightarrow v_1 = \frac{x_1 - x_0}{t} = 86{,}4 \text{ kmh}^{-1}$$

$$x_2 - x_1 = v_2 t \Longrightarrow v_2 = \frac{x_2 - x_1}{t} = 93{,}6 \text{ kmh}^{-1}$$

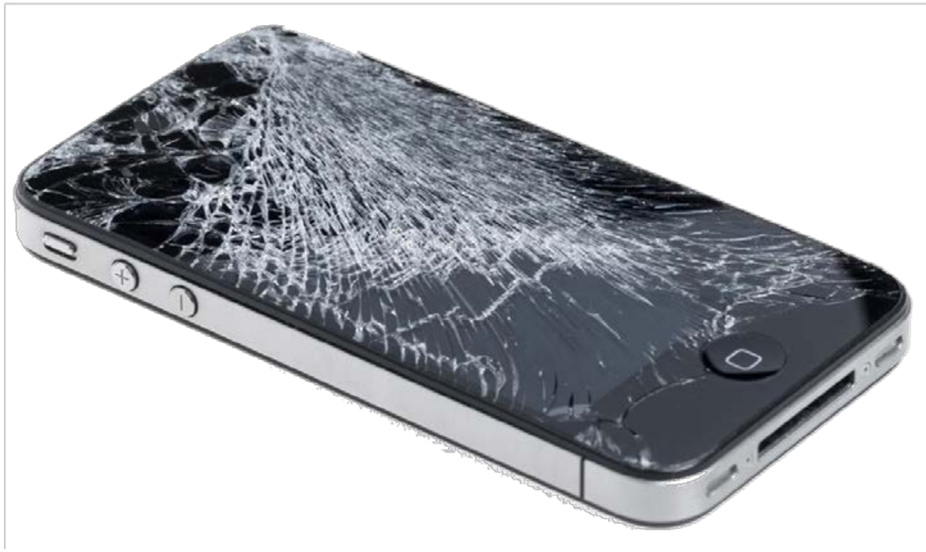
$$v = \frac{v_1 + v_2}{2} = 90 \text{ kmh}^{-1}$$

PŘÍKLAD Č. 2

PŘÍKLAD Č. 2

Volný pád (droptest)

Mobilní telefon je upuštěn z výšky h = 1 m na podlahu. Hmotnost telefonu je m = 172 g (potřebujeme ji?). Zjistěte dopadovou rychlost v a dobu letu t.

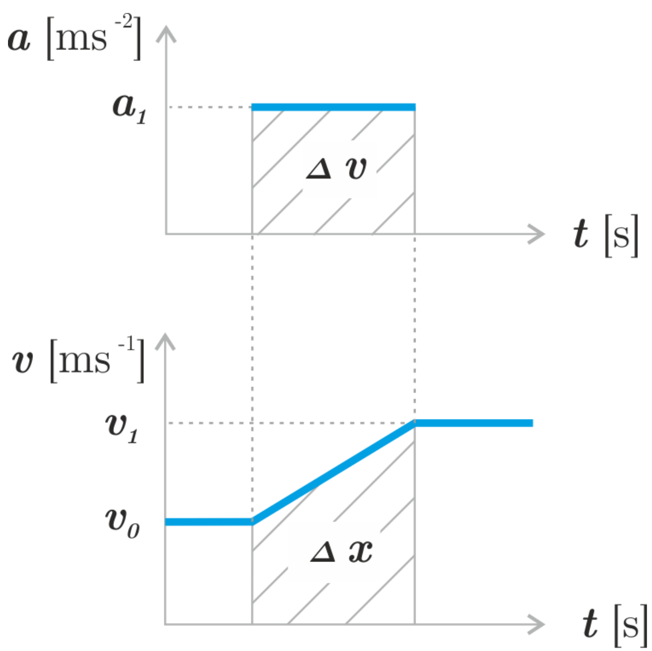


PŘÍKLAD Č. 2

Volný pád (droptest)

Mobilní telefon je upuštěn z výšky h = 1 m na podlahu. Hmotnost telefonu je m = 172 g (potřebujeme ji?). Zjistěte dopadovou rychlost a dobu letu.

Rovnoměrně zrychlený pohyb



$$h = 1\ \mathrm{m}$$

$$a = g = 9{,}81\ \mathrm{ms}^{-2}$$

$$v_0 = 0\ \mathrm{ms}^{-1}$$

$$h = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Longrightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = 0{,}45\ \mathrm{s}$$

kvadratická funkce

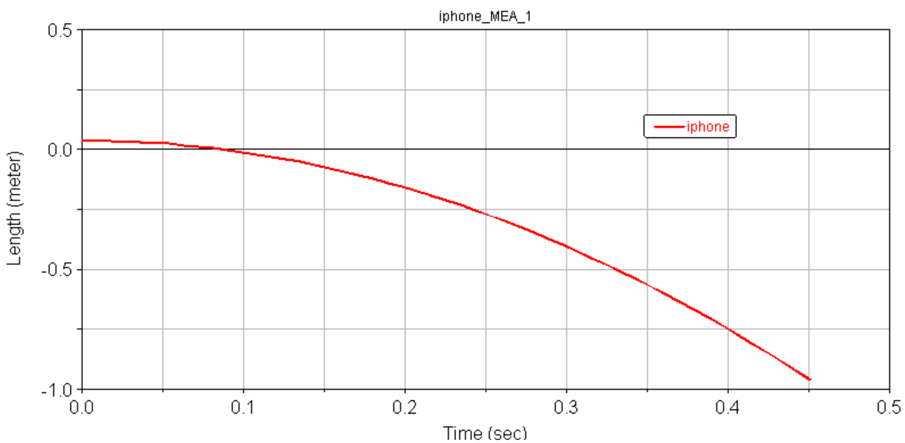
$$v_1 - v_0 = at \Longrightarrow v_1 = at = 4{,}43\ \mathrm{ms}^{-1}$$

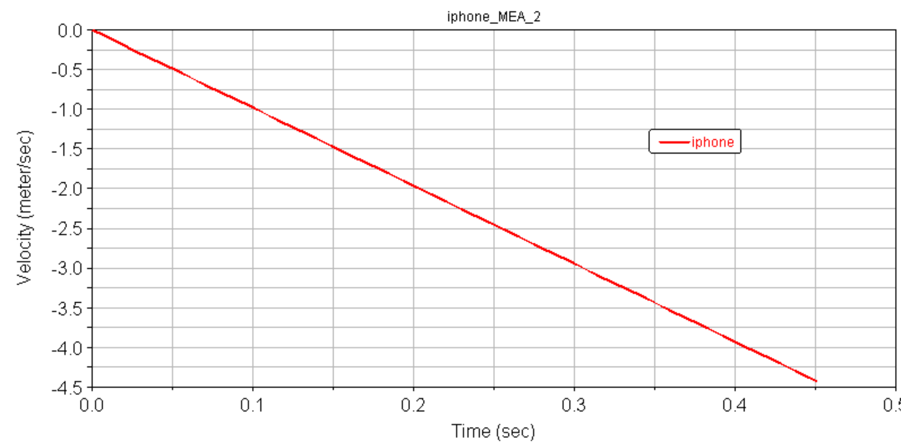
lineární funkce

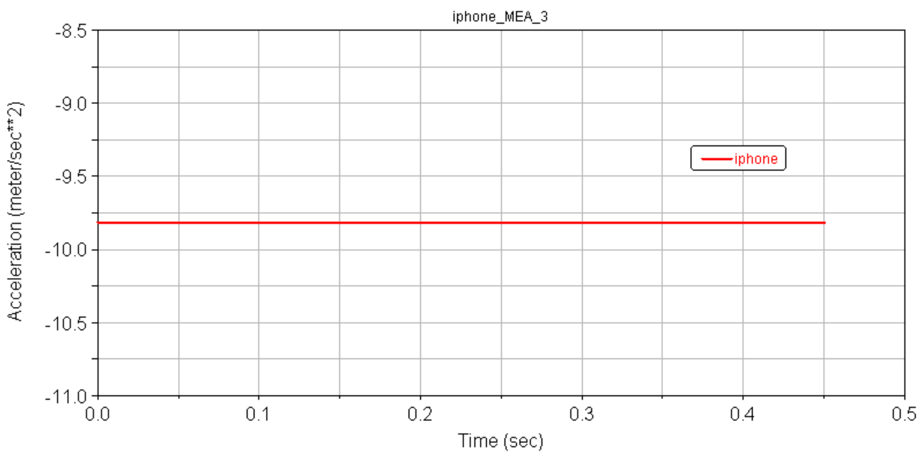
PŘÍKLAD Č. 2

Volný pád (droptest)

Mobilní telefon je upuštěn z výšky h = 1 m na podlahu. Hmotnost telefonu je m = 172 g (potřebujeme ji?). Zjistěte dopadovou rychlost a dobu letu.







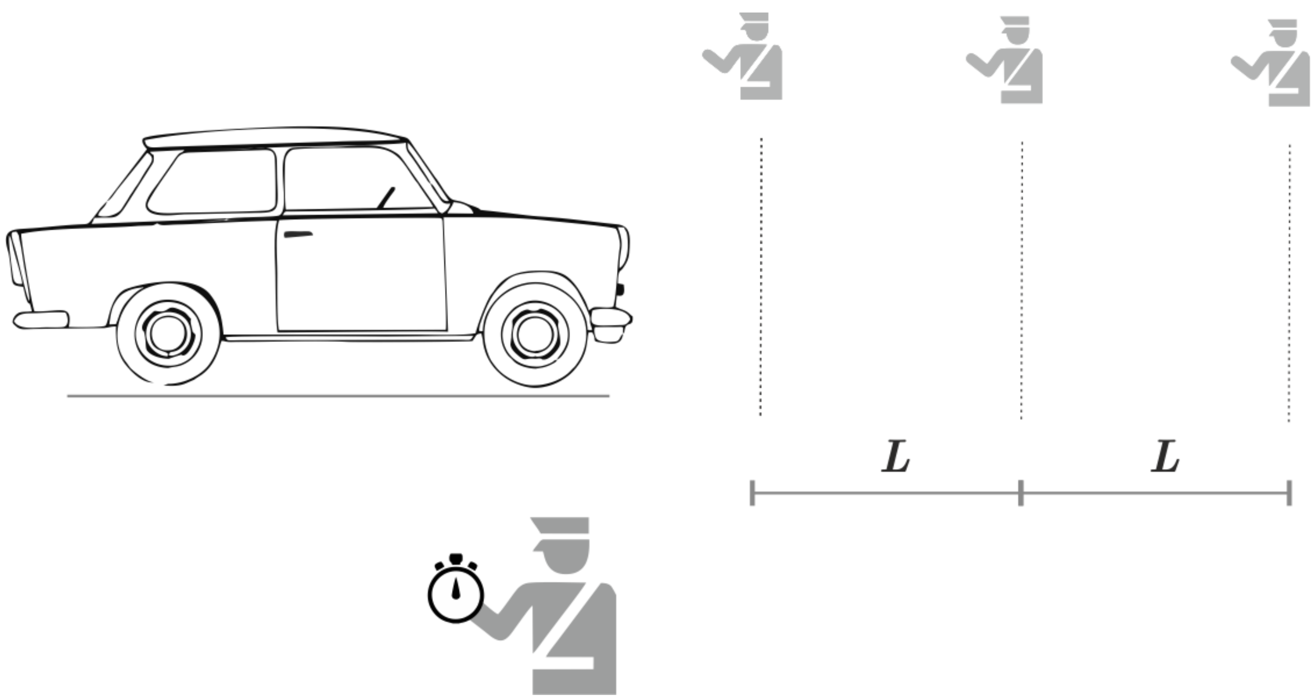
PŘÍKLAD Č. 3

PŘÍKLAD Č. 3

Retroradar (měření zrychlení)

Moderní automobil se pohybuje s neznámým konstantním zrychlením $\boldsymbol{a}$. Jsou dány časy t_1 a t_2, které vozidlo potřebuje k tomu, aby projelo dva po sobě jdoucí úseky stejné délky L. Určete počáteční rychlost automobilu v_0 a jeho zrychlení $\boldsymbol{a}$.

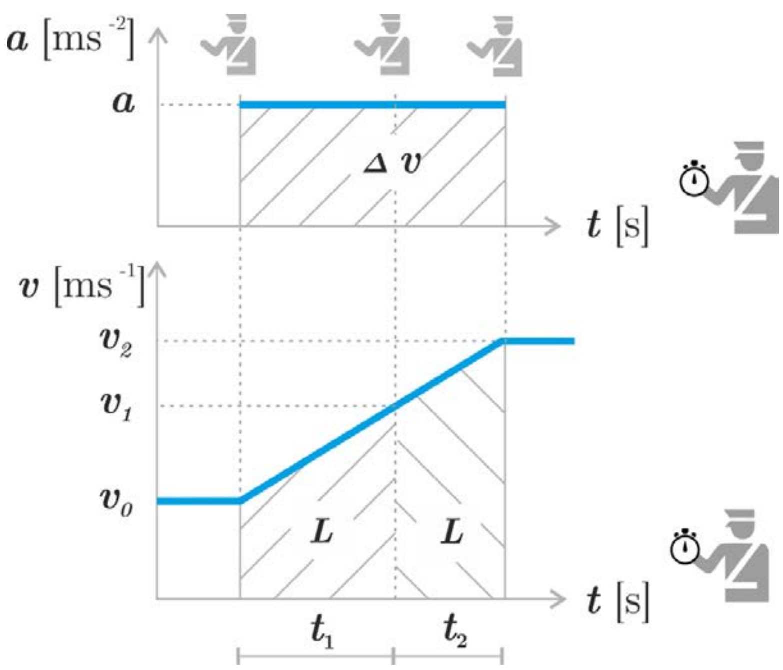
$t_1 = 6\ \mathrm{s} \quad t_2 = 4\ \mathrm{s} \quad L = 30\ \mathrm{m}$



PŘÍKLAD Č. 3

Retroradar (měření zrychlení)

Moderní automobil se pohybuje s neznámým konstantním zrychlením ***a***. Jsou dány časy t_1 a t_2, které vozidlo potřebuje k tomu, aby projelo dva po sobě jdoucí úseky <u>stejné délky</u> *L*. Určete počáteční rychlost automobilu v_0 a jeho zrychlení ***a***.



$t_1 = 6\ \mathrm{s} \quad t_2 = 4\ \mathrm{s} \quad L = 30\ \mathrm{m}$

$$L = \frac{1}{2}\, a t_1^2 + v_0 t_1$$

$$2L = \frac{1}{2}\, a(t_1 + t_2)^2 + v_0(t_1 + t_2)$$

2 rovnice o 2 neznámých

$$a = 0{,}5\ ms^{-2}$$

$$v_0 = 3{,}5\ ms^{-1}$$

konečná rychlost $v_2 = ?$

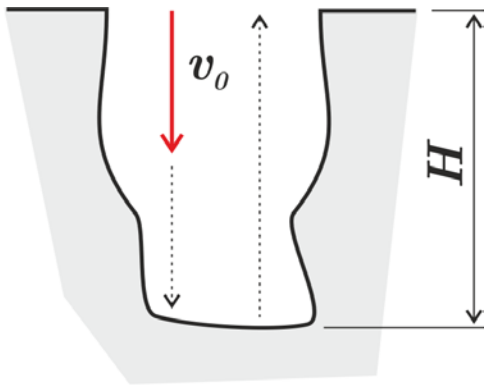
PŘÍKLAD Č. 4

PŘÍKLAD Č. 4

Rande (měření hloubky)

Kámen vhozený do propasti narazí na dno. Zvuk, který nárazem vznikne, se pohybuje vzhůru stálou rychlostí zvuku c. Od okamžiku, kdy byl kámen spuštěn do okamžiku, kdy uslyšíme náraz uplyne čas t_c. Vypočítejte hloubku propasti H.

$c = 330\ \mathrm{ms}^{-1} \quad t_c = 9{,}8\ \mathrm{s}$

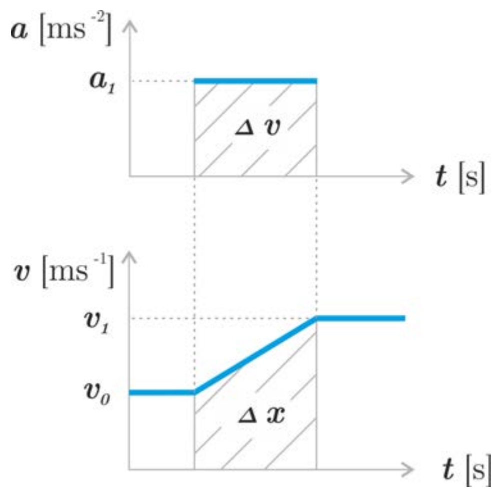


PŘÍKLAD Č. 4

Rande (měření hloubky)

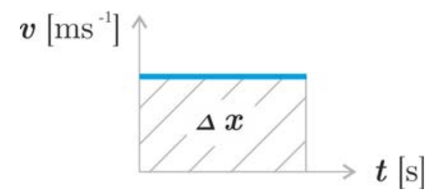
Kámen vhozený do propasti narazí na dno. Zvuk, který nárazem vznikne, se pohybuje vzhůru stálou rychlostí zvuku *c*. Od okamžiku, kdy byl kámen spuštěn do okamžiku, kdy uslyšíme náraz uplyne čas t_c. Vypočítejte hloubku propasti *H*.

1) pád kamene – rovnoměrně zrychlený pohyb



$$H = \Delta x = \frac{1}{2}\, g t_1^2 \qquad (1)$$

2) šíření zvuku – rovnoměrný pohyb



$$H = \Delta x = c\, t_2 \qquad (2)$$

$$t_c = t_1 + t_2 \qquad (3)$$

3 rovnice o 3 neznámých

$$H = 370 \text{ m}$$

Dopadová rychlost kamene $v_1 = ?$
Je reálná?

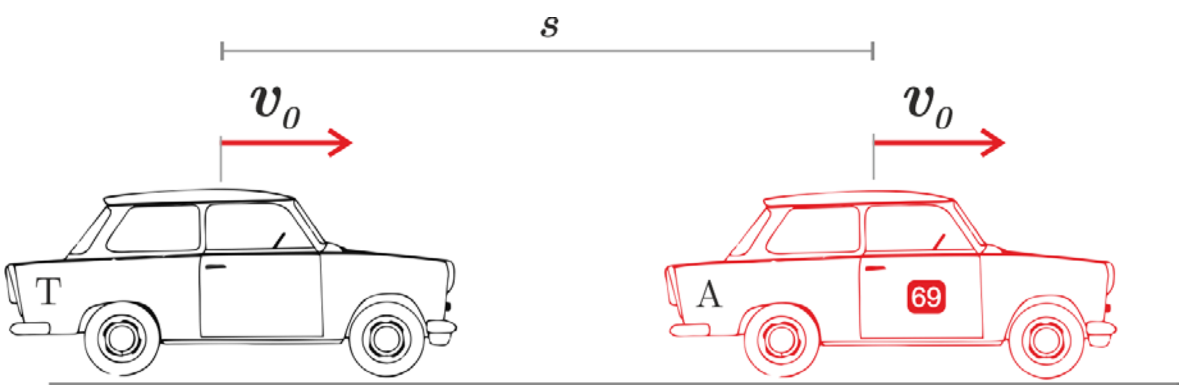
ÚKOLY

ÚKOL(Y)

Bezpečný odstup př. 5

V meziměstském provozu jedou za sebou dva automobily konstantní rychlostí v_0. První automobil je schopen vyvinout konstantní zpomalení a_A, druhý automobil a_T. Jakou musí udržovat mezi sebou bezpečnou vzdálenost s, když reakční doba člověka je Δt.

$a_A = 2{,}2\ \mathrm{ms^{-2}} \quad a_T = 1{,}3\ \mathrm{ms^{-2}} \quad v_0 = 90\ \mathrm{kmh^{-1}} \quad \Delta t = 1\ \mathrm{s}$



ÚKOL(Y)

Raketa př. 6

Raketa vypuštěná vertikálně se po celý čas t_1 pohybuje se spuštěným motorem a se zrychlením a. Pak se motory vypnou a na raketu působí pouze tíhové zrychlení g (opačná orientace než a).

a) Určete maximální výšku, které raketa dosáhne.

b) Vypočtěte celkovou dobu letu včetně zpětného pádu (pasivní odpory zanedbejte)

$$a = 2\mathrm{g}$$

$$t_1 = 50\ \mathrm{s}$$

ÚKOL(Y)

Štít př. 7

Vesmírný objekt označený bodem *A* se začne v čase t_0 pohybovat z polohy A_0 počáteční rychlostí v_A s konstantním zrychlením a_A. NASA tento objekt zaregistruje o Δt_0 později. Neprodleně vyšle raketu označenou bodem *B* z polohy B_0 počáteční rychlostí v_B s konstantním zrychlením a_B naznačeným směrem. Určete velikost úhlu β, který musí svírat trajektorie rakety s osou *x* tak, aby došlo ke kontaktu s vesmírným objektem v místě *K*.

$v_A = 250\ \mathrm{ms^{-1}}$

$a_A = 6\ \mathrm{ms^{-2}}$

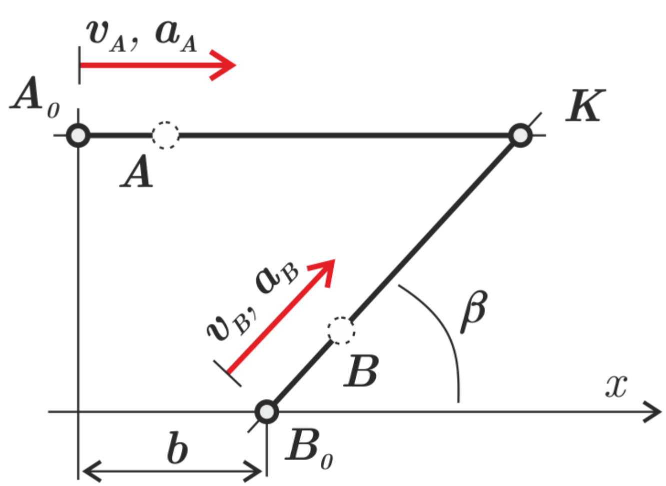
$v_B = 0\ \mathrm{ms^{-1}}$

$a_B = 55\ \mathrm{ms^{-2}}$

$|A_0K| = 100\ \mathrm{km}$

$b = 5\ \mathrm{km}$

$\Delta t_0 = 10\ \mathrm{s}$



Dynamika I. - Kinematika

Křivočarý a nerovnoměrný pohyb

PŘÍKLAD Č. 1

PŘÍKLAD Č. 1

Angry Birds (křivočará trajektorie)

Vyber správného ptáčka (jak daleko doletí).

CHUCK

$v_0 = 5{,}0\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 30°$

BOMB

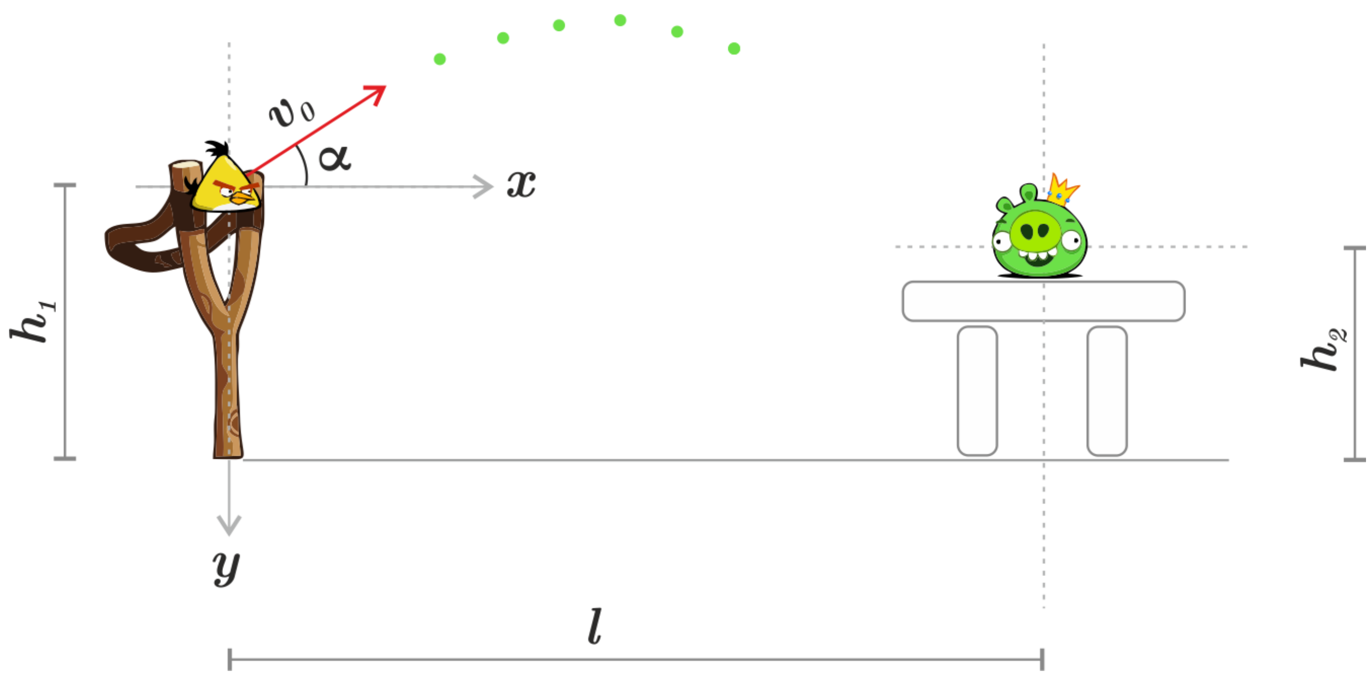
$v_0 = 5{,}5\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 44°$

RED

$v_0 = 5{,}9\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 45°$



$h_1 = 10\ \mathrm{m}$

$h_2 = 8\ \mathrm{m}$

$l = 5\ \mathrm{m}$

Angry Birds (křivočará trajektorie)

Vyber správného ptáčka.

$h_1 = 5\ \mathrm{m} \quad h_2 = 3\ \mathrm{m}$

$l = 5\ \mathrm{m}$

$v_0 = 5{,}0\ \mathrm{ms}^{-1}$

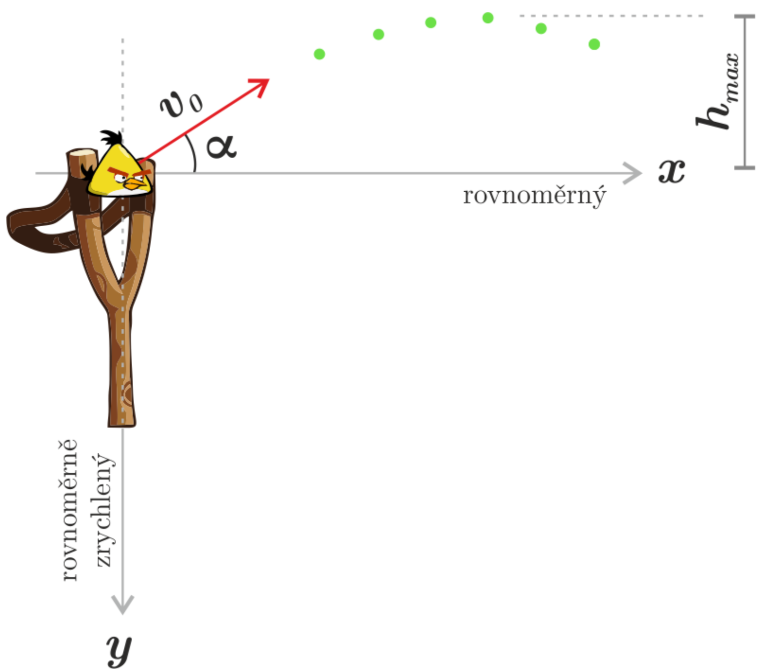
$\alpha = 30°$

$v_0 = 5{,}5\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 44°$

$v_0 = 5{,}9\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 45°$



CHUCK rovnoměrný pohyb ve směru x

$$x = v_{ox}t \Longrightarrow t = \frac{l}{v_o \cos\alpha} = 1{,}16\ \mathrm{s}$$

CHUCK rovnoměrně zrychlený pohyb ve směru y

$$y = \frac{1}{2}gt^2 + (-v_{oy})t \Longrightarrow y = 3{,}65\ \mathrm{m} = h_1 - h_1$$

CHUCK maximální výška

$$v_1{}^2 - v_0{}^2 = 2a\Delta y \Longrightarrow h_{max} = \frac{-v_o \sin\alpha^2}{2g} = -0{,}32\ \mathrm{m}$$

Pod jakým úhlem bude CHUCKova dopadová rychlost?

PŘÍKLAD Č. 1

Angry Birds (křivočará trajektorie)

$v_0 = 5{,}0\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 30°$

$t = 1{,}16\ \mathrm{s}$

$y = 3{,}65\ \mathrm{m}$

$h_{max} = -0{,}32\ \mathrm{m}$

$v_0 = 5{,}5\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 44°$

$t = 1{,}26\ \mathrm{s}$

$y = 3{,}00\ \mathrm{m}$

$h_{max} = -0{,}74\ \mathrm{m}$

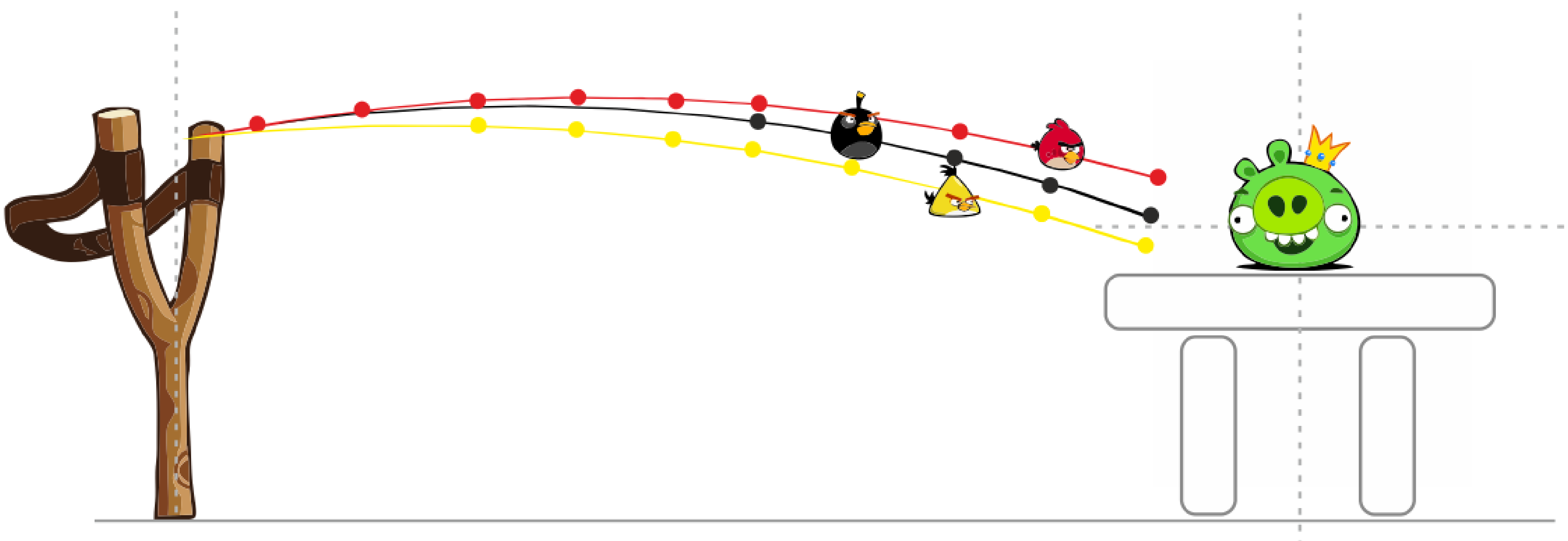
$v_0 = 5{,}9\ \mathrm{ms}^{-1}$

$\alpha = 45°$

$t = 1{,}20\ \mathrm{s}$

$y = 2{,}05\ \mathrm{m}$

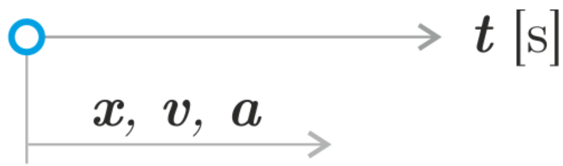
$h_{max} = -0{,}89\ \mathrm{m}$



POHYB PO KRUŽNICI

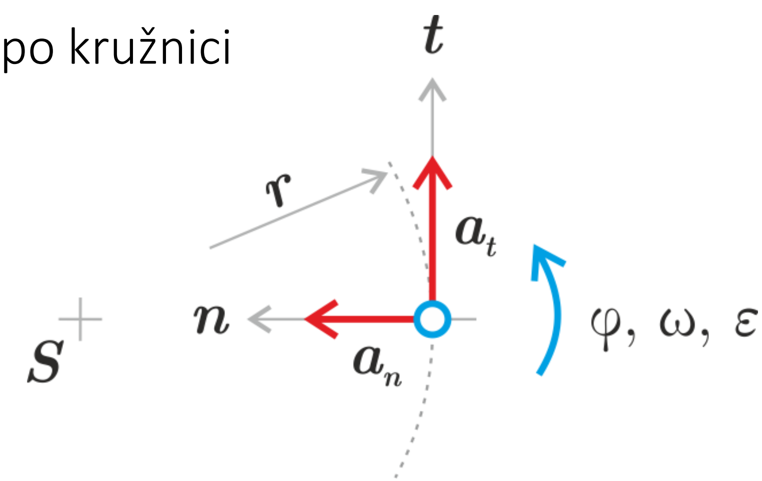
KINEMATIKA – POHYB PO KRUŽNICI

Pohyb po přímce



čas	t [s]
dráha	x, l, s [m]
rychlost	v [ms^{-1}]
zrychlení	a [ms^{-2}]

Pohyb po kružnici

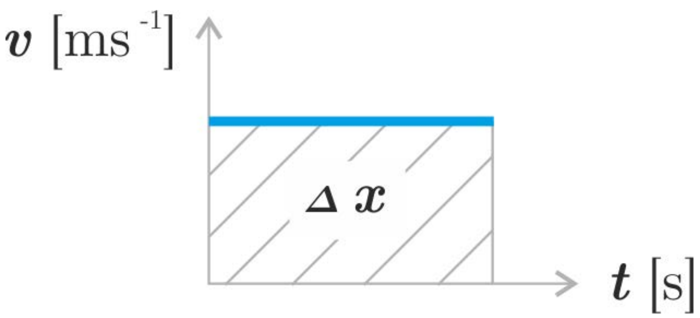


čas	t [s]
úhlová dráha	φ [rad, °]
úhlová rychlost	ω [rads^{-1}]
úhlové zrychlení	ε, α[rads^{-2}]

obvodová rychlost	normálové zrychlení	tečné zrychlení	celkové zrychlení
$v = \omega r$	$a_n = \omega^2 r$	$a_t = \varepsilon r$	$a = \sqrt{a_n{}^2 + a_t{}^2}$

ROVNOMĚRNÝ POHYB PO KRUŽNICI - ANALOGIE

Pohyb po přímce

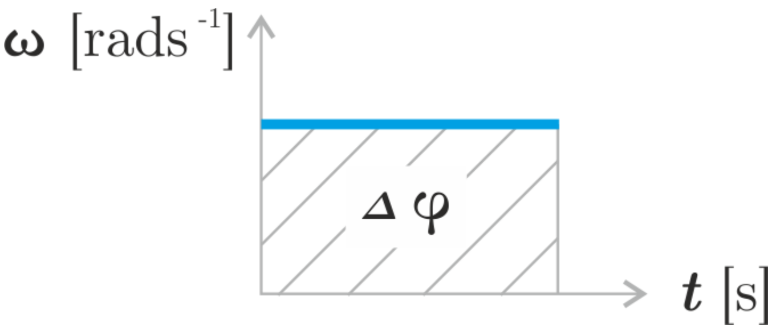


$v = konst.$

$a = 0 \text{ ms}^{-2}$

$x_1 - x_0 = vt$

Pohyb po kružnici

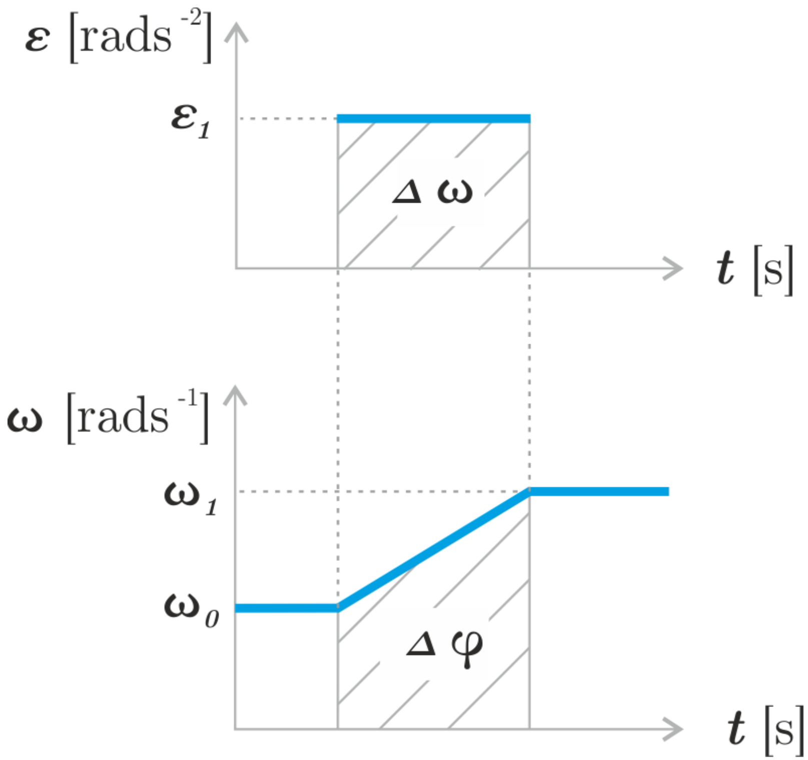


$\omega = konst.$

$\varepsilon = 0 \text{ rads}^{-2}$

$\varphi_1 - \varphi_0 = \omega t$

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ POHYB PO KRUŽNICI



$\omega = lin.$

$\varepsilon = konst.$

$\omega_1 - \omega_0 = \Delta\omega = \varepsilon t$

$\varphi_1 - \varphi_0 = \Delta\varphi = \frac{1}{2}\varepsilon t^2 + \omega_0 t$

${\omega_1}^2 - {\omega_0}^2 = 2\varepsilon\Delta\varphi$

PŘÍKLAD Č. 2

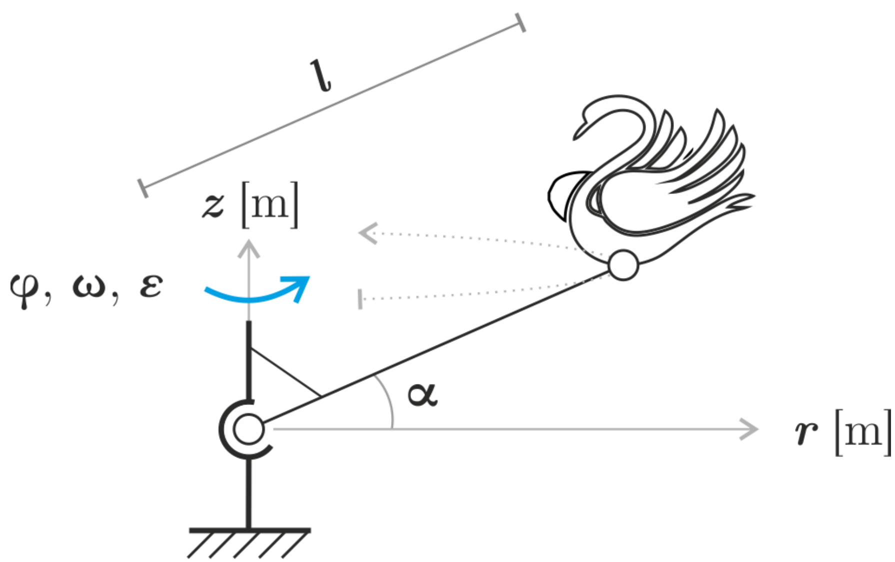
PŘÍKLAD Č. 2

Kolotoč (labutě)

Kolotoč se pohybuje konstantní úhlovou rychlostí $\boldsymbol{\omega}$ = 1,15 rads^{-1}. V určitém okamžiku zazvoní siréna a na rameno kolotoče délky $\boldsymbol{l}$ = 10 m začne působit úhlové zpomalení $\boldsymbol{\varepsilon}$ = 0,04 rads^{-2}.

a) Kolikrát se labuť kolotoče otočí po zazvonění sirény?

b) Zjistěte obvodovou rychlost labutě v čase t = 12 s při α = 10°.



PŘÍKLAD Č. 2

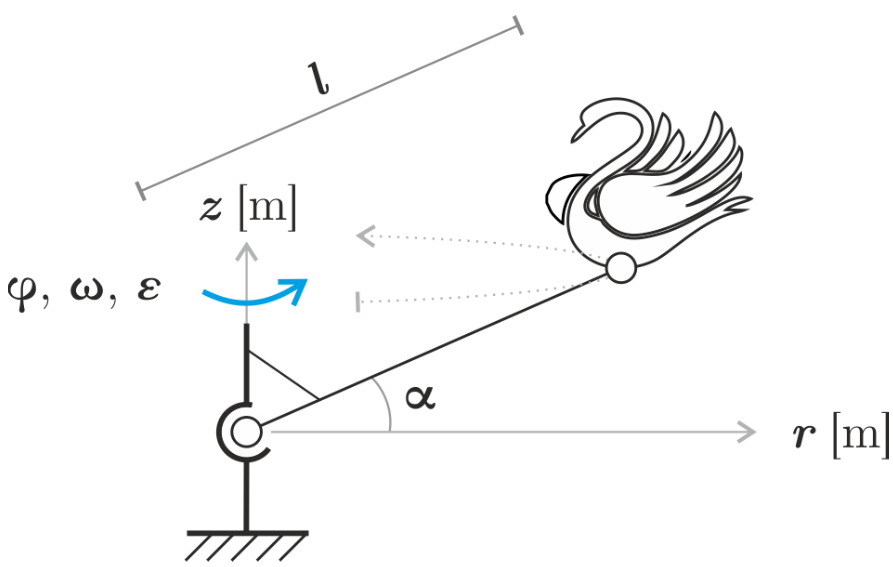
Kolotoč (labutě)

Kolotoč se pohybuje konstantní úhlovou rychlostí **ω** = 1,15 rads^{-1}. V určitém okamžiku zazvoní siréna a na rameno kolotoče ***l*** = 10 m začne působit úhlové zpomalení **ε** = 0,04 rads^{-2}.

a) Kolikrát se labuť kolotoče otočí po zazvonění sirény?

b) Zjistěte obvodovou rychlost labutě v čase *t* = 12 s při *α* = 10°.

Rovnoměrně zpomalený pohyb



$$l = 10\ \mathrm{m}$$

$$\varepsilon = -0{,}04\ \mathrm{rads^{-2}}$$

$$\omega_0 = 1{,}15\ \mathrm{rads^{-1}}$$

$$\omega_1^{\,2} - \omega_0^{\,2} = 2\Delta\varphi\varepsilon \Longrightarrow \varphi = \frac{\omega_0^{\,2}}{2\varepsilon} = 16{,}5\ \mathrm{rad}\ (947°)$$

Počet otočení

$$n = \frac{2\pi}{\varphi} \Longrightarrow 2{,}6\ \mathrm{x}$$

PŘÍKLAD Č. 2

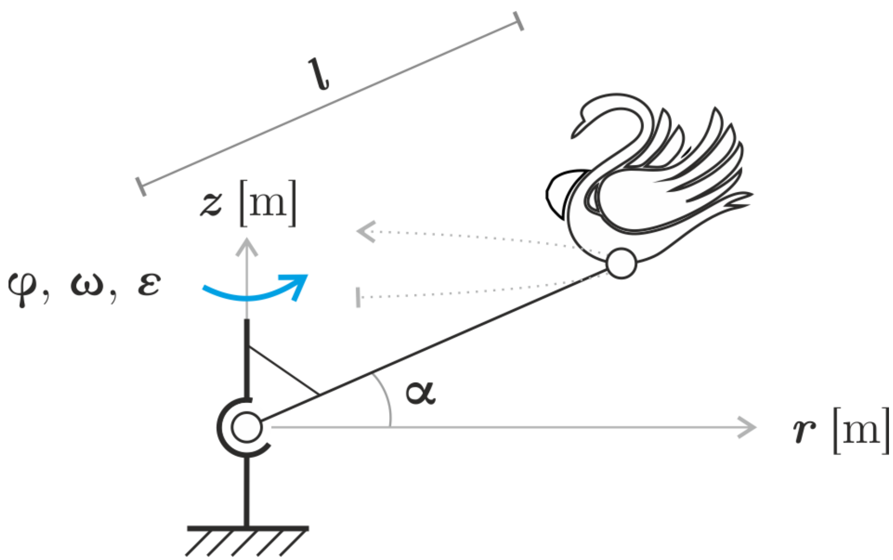
Kolotoč (labutě)

Kolotoč se pohybuje konstantní úhlovou rychlostí **ω** = 1,15 rads^{-1}. V určitém okamžiku zazvoní siréna a na rameno kolotoče ***l*** = 10 m začne působit úhlové zpomalení **ε** = 0,04 rads^{-2}.

a) Kolikrát se labuť kolotoče otočí po zazvonění sirény?

b) Zjistěte obvodovou rychlost labutě v čase ***t*** = 12 s při *α* = 10°.

Rovnoměrně zpomalený pohyb



$$l = 10\ \mathrm{m}$$

$$\varepsilon = -0{,}04\ \mathrm{rads^{-2}}$$

$$\omega_0 = 1{,}15\ \mathrm{rads^{-1}}$$

$$\omega_1 - \omega_0 = \varepsilon t \Longrightarrow \omega_1 = \varepsilon t + \omega_0 = 0{,}67\ \mathrm{rads^{-1}}$$

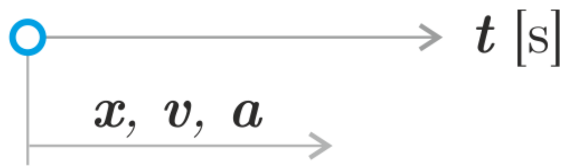
Obvodová rychlost

$$v_1 = \omega_1 r \Longrightarrow \omega_1 l \cos\alpha = 6{,}60\ \mathrm{ms^{-1}}\ (13{,}8\ \mathrm{kmh^{-1}})$$

NEROVNOMĚRNÝ POHYB

NEROVNOMĚRNÝ POHYB

Pohyb po přímce



derivace

dráha *rychlost* *zrychlení*

integrace

dráha

$$s_1 - s_0 = \int_{t_0}^{t_1} v\,dt$$

rychlost

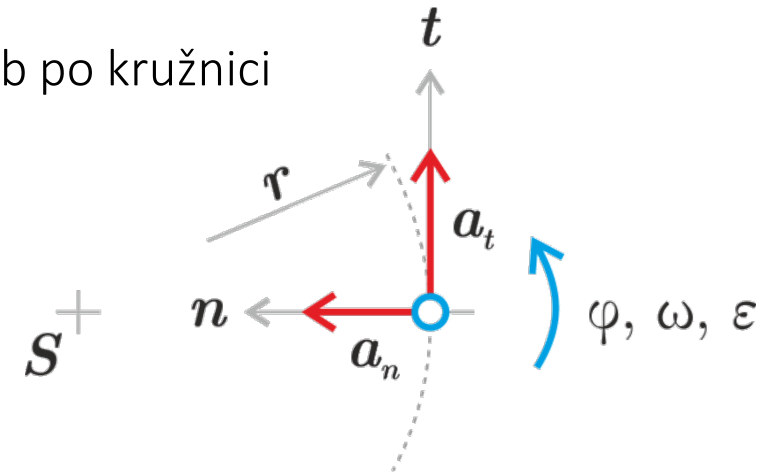
$$v = \frac{ds}{dt} \qquad v_1 - v_0 = \int_{t_0}^{t_1} a\,dt \qquad \frac{{v_1}^2 - {v_0}^2}{2} = \int_{x_0}^{x_1} a\,ds$$

zrychlení

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{v\,dv}{ds}$$

NEROVNOMĚRNÝ POHYB

Pohyb po kružnici



derivace

úhl. dráha *úhl. rychlost* *úhl. zrychlení*

integrace

úhlová dráha

$$\varphi_1 - \varphi_0 = \int_{t_0}^{t_1} \omega \, dt$$

úhlová rychlost

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \qquad \omega_1 - \omega_0 = \int_{t_0}^{t_1} \varepsilon \, dt \qquad \frac{{\omega_1}^2 - {\omega_0}^2}{2} = \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} \varepsilon \, d\varphi$$

úhlové zrychlení

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega \, d\omega}{d\varphi}$$

PŘÍKLAD Č. 3

PŘÍKLAD Č. 3

Příklad č. 3

Poloha hmotného bodu je dána rovnicí: $x(t) = 4t^2 + 6t - e^{-3t} - \ln(t)$. Odvoďte vztahy pro rychlost a zrychlení v závislosti na čase $\boldsymbol{t}$ a určete jejich velikost v čase $\boldsymbol{t_1}$ = 1 s.

PŘÍKLAD Č. 3

Příklad č. 3

Poloha hmotného bodu je dána rovnicí: $x(t) = 4t^2 + 6t - e^{-3t} - \ln(t)$. Odvoďte vztahy pro rychlost a zrychlení v závislosti na čase t a určete jejich velikost v čase t_1 = 1 s.

rychlost

$$v(t) = \frac{dx}{dt} \Longrightarrow 8t + 6 + 3e^{-3t} - \frac{1}{t}$$

$$v(1) = 13{,}15\ \mathrm{ms}^{-1}$$

zrychlení

$$a(t) = \frac{dv}{dt} \Longrightarrow 8 - 9e^{-3t} + \frac{1}{t^2}$$

$$a(1) = 8{,}55\ \mathrm{ms}^{-2}$$

PŘÍKLAD Č. 4

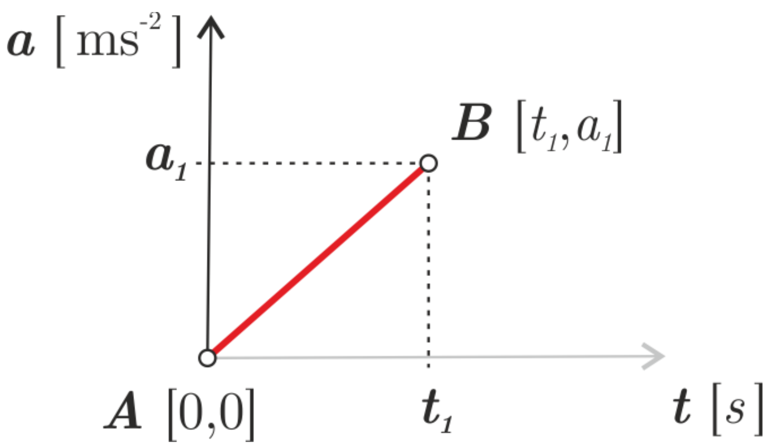
Příklad č. 4

Zrychlení hmotného bodu $a(t)$ je popsáno lineární funkcí viz obr. Počáteční rychlost bodu je $v_0 = 3\ \mathrm{ms^{-1}}$.

a) Určete časový průběh dráhy $x(t)$

b) Určete časový průběh rychlosti $v(t)$

c) Jakou dráhu urazí hmotný bod za čas t_1 a jakou bude mít na konci tohoto úseku rychlost?



$$a_1 = 3\ \mathrm{g}$$

$$t_1 = 3\ \mathrm{s}$$

PŘÍKLAD Č. 4

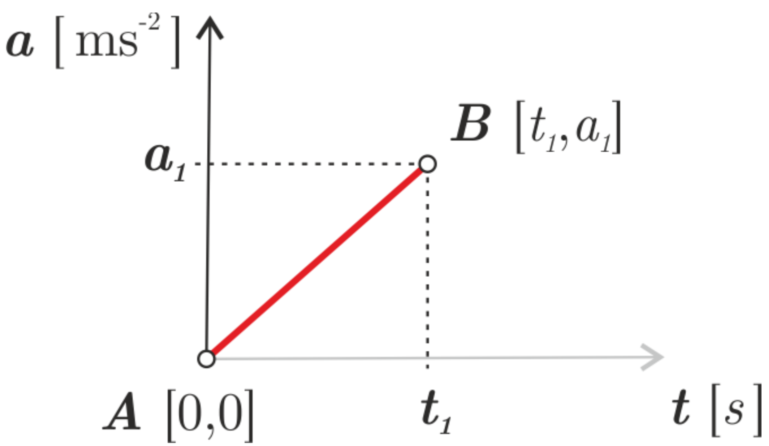
Příklad č. 4

Zrychlení hmotného bodu $a(t)$ je popsáno lineární funkcí viz obr. Počáteční rychlost bodu je $v_0 = 3\ \mathrm{ms}^{-1}$.

a) Určete časový průběh dráhy $x(t)$

b) Určete časový průběh rychlosti $v(t)$

c) Jakou dráhu urazí hmotný bod za čas t_1 a jakou bude mít na konci tohoto úseku rychlost?



$a_1 = 3\ \mathrm{g} \qquad t_1 = 3\ \mathrm{s}$

1) popis funkce rovnicí

$$y = kx + q$$

dosazení obou bodů

$[0,0] \quad 0 = k\,0 + q \Longrightarrow q = 0\ \mathrm{ms}^{-2}$

$[3g, 3] \quad 3 \cdot 9{,}81 = k \cdot 3 + 0 \Longrightarrow k = 9{,}81\ \mathrm{ms}^{-2}$

získaný popis zrychlení

$$a(t) = kt;\ t \in \langle 0, t_1 \rangle$$

PŘÍKLAD Č. 4

Příklad č. 4

Zrychlení hmotného bodu $a(t)$ je popsáno lineární funkcí viz obr. Počáteční rychlost bodu je $v_0 = 3\ \mathrm{ms^{-1}}$.

a) Určete časový průběh dráhy $x(t)$

b) Určete časový průběh rychlosti $v(t)$

c) Jakou dráhu urazí hmotný bod za čas t_1 a jakou bude mít na konci tohoto úseku rychlost?

2) odvození funkce rychlosti

$$a(t) = kt$$

substituce

$$\frac{dv}{dt} = kt$$

separace proměnných

$$dv = kt\ dt$$

integrace

$$\int_{v_0}^{v} dv = \int_0^t kt\ \ dt$$

$$v - v_0 = \frac{1}{2}kt^2$$

získání funkce rychlosti

$$v(t) = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$$

PŘÍKLAD Č. 4

Příklad č. 4

Zrychlení hmotného bodu *a*(t) je popsáno lineární funkcí viz obr. Počáteční rychlost bodu je $v_0 = 3\ \mathrm{ms}^{-1}$.

a) Určete časový průběh dráhy *x*(t)

b) Určete časový průběh rychlosti *v*(t)

c) Jakou dráhu urazí hmotný bod za čas t_1 a jakou bude mít na konci tohoto úseku rychlost?

2) odvození funkce dráhy

$$v(t) = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$$

substituce

$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$$

separace proměnných

$$ds = \frac{1}{2}kt^2 dt + v_0 dt$$

integrace

$$\int_{s_0}^{s} ds = \int_0^t \frac{1}{2}kt^2\ dt + \int_0^t v_0\ dt$$

$$s - s_0 = \frac{1}{6}kt^3 + v_0 t$$

získání funkce dráhy

$$s(t) = \frac{1}{6}kt^3 + v_0 t + s_0$$

PŘÍKLAD Č. 4

Příklad č. 4

Zrychlení hmotného bodu ***a***(t) je popsáno lineární funkcí viz obr. Počáteční rychlost bodu je v_0 = 3 ms^{-1}.

a) Určete časový průběh dráhy $x(t)$

b) Určete časový průběh rychlosti $v(t)$

c) Jakou dráhu urazí hmotný bod za čas t_1 a jakou bude mít na konci tohoto úseku rychlost?

3) rychlost v čase t_1

$$v(t) = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$$

dosazení

$$v(3) = 47{,}15\ \mathrm{ms^{-1}}$$

4) dráha v čase t_1

$$s(t) = \frac{1}{6}kt^3 + v_0 t + s_0$$

dosazení

$$s(3) = 53{,}15\ \mathrm{m}$$

ÚKOLY

ÚKOL(Y)

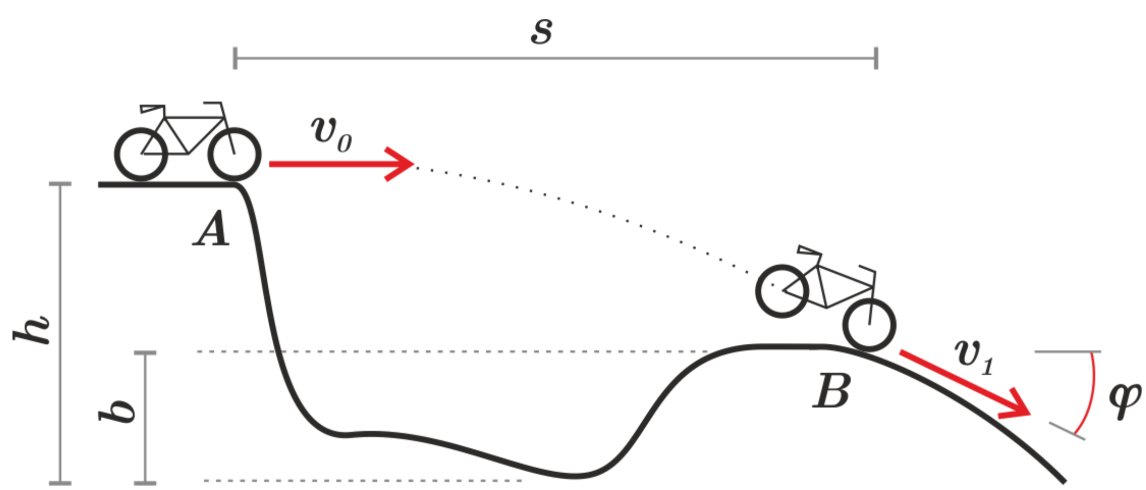
Kaskadér (skok na kole)

Kaskadér provede skok na kole BMX přes propast délky ***s*** z výšky ***h*** dle obr. Místo předpokládaného dopadu ***B*** je ve výšce ***b***. Určete minimální počáteční rychlost v_0 potřebnou pro přeskočení propasti. Určete rychlost při dopadu v_1 a úhel φ potřebný pro hladké přistání.

$h = 70$ m

$b = 35$ m

$s = 100$ m



ÚKOL(Y)

Loď

Loď pluje mořem počáteční rychlostí v_0 = 10 kmh^{-1}. Po vypnutí motorů zastavuje tak, že pro její zrychlení platí vztah: $a(t) = -b\,v(t)$.

a) Určete časový průběh dráhy $x(t)$ a rychlosti $v(t)$.
b) Za jakou dobu t_1 a na jaké dráze s_1 klesne rychlost na v_1 = 4 kmh^{-1} ?
c) Za jakou dobu t_2 a na jaké dráze s_2 se loď zcela zastaví?

$$v_0 = 10\ \mathrm{kmh}^{-1}$$

$$v_1 = 4\ \mathrm{kmh}^{-1}$$

$$b = 0{,}015\ s^{-1}$$