

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
FYZIKA	PRVNÍ	MGR. JÜTTNEROVÁ	24. 7. 2012
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
KINEMATIKA I			

FYZIKÁLNÍ VELIČINY A JEDNOTKY

- Fyzikální veličiny popisují vlastnosti, stavy a změny hmotných objektů, které je možné měřit.
- Příklady fyzikálních veličin: délka, čas, rychlost, objem, teplota, energie.
- Fyzikální veličiny označujeme dohodnutými značkami (např. t – čas, s – dráha, F - síla).
- Fyzikální veličina je určena číselnou hodnotou a jednotkou (např. $F = 40 \text{ N}$).
- V mnoha zemích je používána **Mezinárodní soustava jednotek – soustava SI** (tvoří ji 7 základních jednotek, odvozené jednotky, násobky a díly jednotek).

Základní jednotky soustavy SI

veličina	značka	základní jednotka	značka
délka	l	metr	m
hmotnost	m	kilogram	kg
čas	t	sekunda	s
elektrický proud	I	ampér	A
termodynamická teplota	T	kelvin	K
látkové množství	n	mol	mol
svítivost	I	kandela	cd

Doplňkové jednotky: **radián** - jednotka rovinného úhlu (značka rad)
steradián - jednotka prostorového úhlu – značka (sr)

Odvozené jednotky: jsou odvozené ze základních jednotek pomocí definičních vztahů.

Příklady: m/s – jednotka rychlosti

m^3 – jednotka objemu

kg/m^3 – jednotka hustoty

Poznámka: Mnoho odvozených jednotek dostalo názvy podle jmen významných fyziků,

například: **newton** (N) – jednotka síly

pascal (Pa) – jednotka tlaku

joule (J) – jednotka práce

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Násobky a díly jednotek: tvoří se z předpony a z názvu jednotky.

předpona	značka	násobek
tera	T	10^{12}
giga	G	$10^9 = 1000\ 000\ 000$
mega	M	$10^6 = 1000\ 000$
kilo	k	$10^3 = 1000$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
mikro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
piko	p	10^{-12}

Často se v praxi používají tzv. **vedlejší jednotky**. Tyto jednotky nepatří do soustavy SI.

Příklady: **minuta, hodina, den, rok** – jednotky času

tuna – jednotka hmotnosti

litr – jednotka objemu

Úlohy:

- 1) Zjistěte, které z následujících uvedených pojmů jsou fyzikální veličiny, děje nebo jednotky: teplota, proudění vody, metr, vypařování, elektrické napětí, ampér, délka, watt, gravitace, hustota, rychlost, výkon.
- 2) Které z následujících jednotek nepatří mezi základní jednotky soustavy SI?
 - a) metr
 - b) volt
 - c) ampér
 - d) hodina

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST

PŘEVÁDĚNÍ JEDNOTEK

Příklad 1

Převeďte na m:

- a) $2,123 \text{ dm} =$
b) $124 \text{ cm} =$

- c) $50,6 \text{ mm} =$
d) $4,7 \text{ km} =$

Příklad 2Převeďte na m^2 :

- a) $720 \text{ mm}^2 =$
b) $0,45 \text{ cm}^2 =$
c) $300 \text{ dm}^2 =$

- d) $0,6 \text{ km}^2 =$
e) $597 \text{ ar} =$
f) $24,3 \text{ ha} =$

Příklad 3Převeďte na m^3 :

- a) $340 \text{ mm}^3 =$
b) $0,28 \text{ cm}^3 =$

- c) $600 \text{ dm}^3 =$
d) $0,2 \text{ km}^3 =$

Příklad 4Převeďte na cm^2 :

- a) $200 \text{ m}^2 =$
b) $24,15 \text{ dm}^2 =$

- c) $30 \text{ mm}^2 =$
d) $0,456 \text{ km}^2 =$

Příklad 5

Převeďte na dl:

- a) $20 \text{ mm}^3 =$
b) $0,91 \text{ cm}^3 =$

- c) $18 \text{ hl} =$
d) $0,6 \text{ m}^3 =$

Příklad 6

Převeďte na kg:

- a) $2,5 \text{ t} =$
b) $420\,000 \text{ mg} =$

- c) $0,36 \text{ q} =$
d) $22,75 \text{ g} =$

Příklad 7Vyjádřete v kg/m^3 :

- a) $8,5 \text{ g/cm}^3 =$
b) $0,024 \text{ g/cm}^3 =$

- c) $17 \text{ g/cm}^3 =$
d) $4 \text{ g/cm}^3 =$



evropský
sociální
fond v ČR



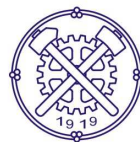
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

KINEMATIKA

Kinematika je část mechaniky.
Popisuje pohyby těles, ale nezkoumá, proč se tělesa pohybují.

ZÁKLADNÍ POJMY

Hmotný bod

- Zavádíme pro zjednodušení.
- Hmotným bodem nahrazujeme těleso, jehož rozměry a tvar nejsou pro daný děj podstatné (kámen padající z velké výšky; náboj vystřelený z pušky; umělá družice obíhající kolem Země; celá naše Země, či jiné planety, sledujeme-li jejich pohyb kolem Slunce).
- Hmotný bod, který zastupuje těleso, má hmotnost rovnou hmotnosti tělesa.

Poznámka: Za hmotný bod nemůžeme považovat např. kuličku, která se pohybuje v kapalinách, protože její velikost rychlosti závisí na jejich rozměrech.

Vztažná soustava

- Je soustava těles, která jsou navzájem v klidu. Vzhledem k nim posuzujeme, zda se ostatní tělesa pohybují nebo jsou v klidu.
- Nejčastěji volíme za vztažnou soustavu zemský povrch.

Relativnost klidu a pohybu

- Klid a pohyb těles je relativní.
- Absolutní klid neexistuje, všechna tělesa ve vesmíru jsou v neustálém pohybu.
- Chceme-li určit, zda je těleso v klidu nebo se pohybuje, musíme nejdříve zvolit vztažnou soustavu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

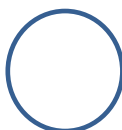
Trajektorie hmotného bodu

- Je geometrická čára, kterou hmotný bod při svém pohybu opisuje.
- Trajektorií může být:

a) přímka



b) křivka



- Tvar trajektorie závisí na volbě vztažné soustavy.

Sledujme například pohyb ventilku jízdního kola. Zvolíme-li za vztažnou soustavou jízdní kolo, trajektorií je kružnice. Je-li vztažnou soustavou povrch Země, trajektorií je složitější křivka (cykloida).

Cykloida



Zdroj obr: <http://matematyka-gim.neostrada.pl/zawartosc/ciekawostki.html>

Dráha hmotného bodu

- Je délka trajektorie, kterou hmotný bod urazí za určitý čas.
- Dráha je skalární fyzikální veličina (je určena jen velikostí).
- Značka: s
- Jednotka: metr nebo jeho násobky.



Poznámka: Dráha a trajektorie jsou odlišné pojmy, nemůžeme je zaměňovat.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

RYCHLOST HMOTNÉHO BODU

Průměrná rychlost:

- Průměrná rychlost je **skalární fyzikální veličina** (je určena velikostí).
- $v_p = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{\Delta t}$, Δs je dráha, kterou hmotný bod urazí za čas Δt
- $v_p = \frac{s}{t}$

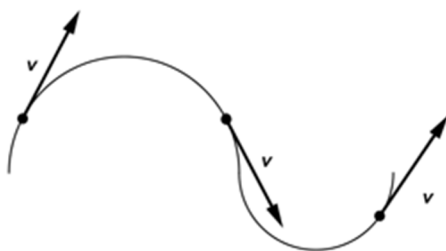
Poznámka: Hmotný bod může při svém pohybu například na určitou dobu zastavit (vlak ve stanici) → nelze říci, že se hmotný bod touto rychlostí pohyboval po celou dobu.

Okamžitá rychlost:

- Je rychlost v určitém okamžiku (při jízdě v automobilu vidíme velikost okamžité rychlosti na tachometru).
- Okamžitá rychlost je **vektorová fyzikální veličina** (je určena velikostí a směrem).
- Znázorňujeme ji orientovanou úsečkou, jejíž délka představuje velikost rychlosti a poloha v prostoru směr rychlosti.



- Vektorovou veličinu označujeme šipkou nad písmenem: \vec{v}
V tisku se vektorová veličina označuje tučným písmenem: \mathbf{v}
- Okamžitá rychlost má vždy **směr tečny k trajektorii** hmotného bodu v daném bodě.



Zdroj obr: <http://www.fsps.muni.cz>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Abychom zjistili **velikost okamžité rychlosti** v , musíme zvolit co nejkratší úsek Δt a zjistit,

jakou dráhu Δs hmotný bod za tento čas urazí. Potom $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.

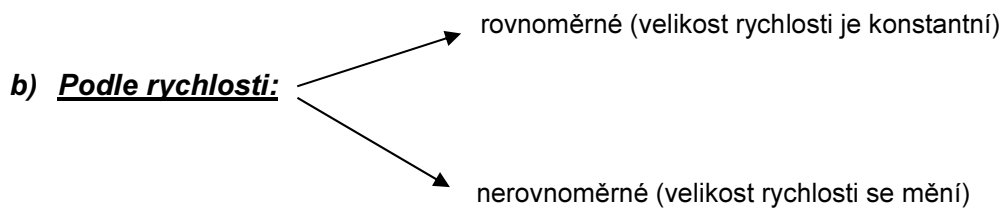
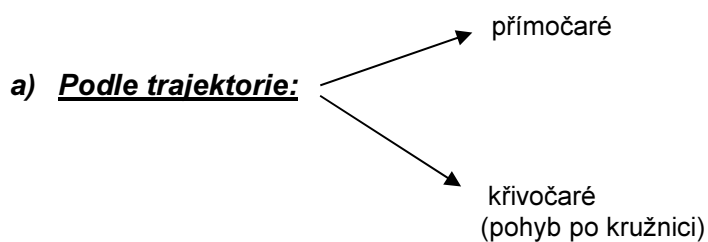
Jednotka rychlosti: $[v] = \frac{m}{s} = m \cdot s^{-1} = m / s$

Další jednotky: km/h, km/s

Pro převod jednotek platí:

1 m/s = 3,6 km/h

DĚLENÍ POHYBŮ

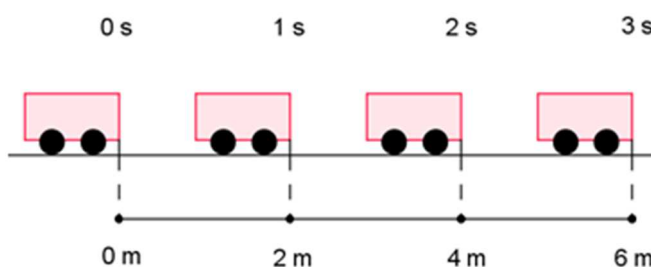


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ROVNOMĚRNÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

VÝUKOVÝ A PRACOVNÍ LIST

- Trajektorií je přímka, velikost rychlosti je konstantní.
- Rychlost má směr přímky, po níž se hmotný bod pohybuje \Rightarrow směr rychlosti se nemění.
- Dráhy, které hmotný bod (vozík) urazí za stejné časové intervaly, jsou stejné.



Zdroj obr: <http://www.techmania.cz>

- Dráha je přímo-úměrná času: $s = v \cdot t$... počáteční dráha s_0 je v čase $t = 0$ s nulová

Vztah pro rychlost: $v = \frac{s}{t}$

- $s = s_0 + v \cdot t$... počáteční dráha s_0 v čase $t = 0$ s není nulová

Úloha: Sestrojte grafy závislosti rychlosti na čase a dráhy na čase, jestliže se hmotný bod pohybuje po přímce konstantní rychlostí $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (počáteční dráha je nulová).



evropský
sociální
fond v ČR



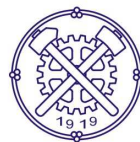
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

ROVNOMĚRNÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 1

Osobní vlak projel rovnoměrným pohybem po přímé trati dráhu 8,5 km za 7 min 50 s. Určete velikost jeho průměrné rychlosti v m/s a v km/h.

Příklad 2

Světelný záblesk vyslaný laserem ze Země k Měsíci byl opět zachycen za 2,56 s. Určete vzdálenost Měsíce od Země. Velikost rychlosti světla ve vakuu je 300 000 km/s.

Příklad 3

Určete, za jakou dobu projede vlak tunelem, jestliže se pohybuje rychlostí 54 km/h. Délka vlaku je 350 m, délka tunelu je 1450 m.

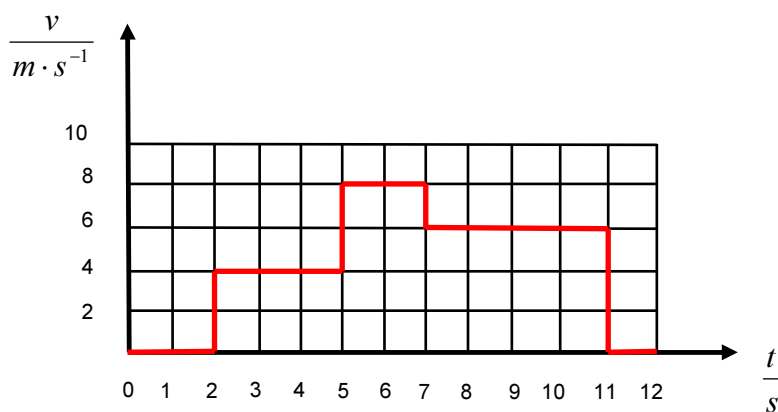
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

ROVNOMĚRNÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 4

Na obr. je graf závislosti rychlosti na čase.



Vypočítejte velikost průměrné rychlosti

- za prvních 6 sekund
- za dalších 6 sekund
- v intervalu od konce 3. sekundy do konce 9. sekundy

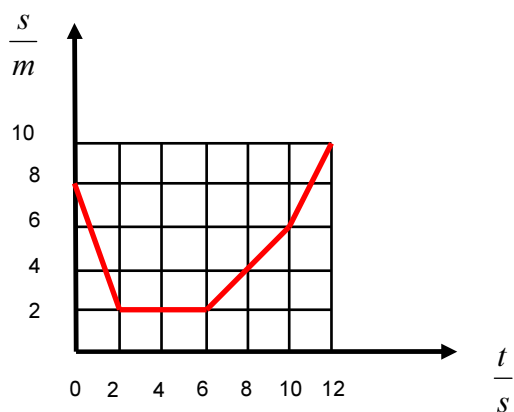
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 3

ROVNOMĚRNÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 5

Na obr. je graf závislosti dráhy na čase.



Vypočítejte velikost průměrné rychlosti

- za prvních 6 sekund
- za dalších 6 sekund
- za celých 12 sekund

PRACOVNÍ LIST 4



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ROVNOMĚRNÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 6

Chlapec jde ze školy rychlostí 1 m/s . V okamžiku, kdy je ve vzdálenosti 100 m od školy, vyjede za ním spolužák na kole rychlostí 5 m/s . Určete, za jakou dobu a v jaké vzdálenosti od školy chlapce dohoní.

Příklad 7

Určete průměrnou rychlost automobilu, který se pohybuje:

- a) první polovinu doby své jízdy rychlostí 24 m/s a druhou polovinu rychlostí 8 m/s

- b) na první polovině dráhy rychlostí 24 m/s a na druhé polovině rychlostí 8 m/s

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VÝUKOVÝ A PRACOVNÍ LIST 1

- Trajektorií je přímka, velikost rychlosti se rovnoměrně zvětšuje.
- Za stejné časové okamžiky se rychlost zvětší o stejnou hodnotu. Změna rychlosti za jednotku času je zrychlení.

Zrychlení:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

▪ Jednotka zrychlení: $[a] = \frac{m \cdot s^{-1}}{s} = m \cdot s^{-2}$

Zrychlení udává, o jakou hodnotu se každou sekundu změní rychlost.

Pokud má zrychlení velikost $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, každou sekundu vzroste rychlost o $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- Je-li časový okamžik Δt velmi malý, můžeme mluvit o *okamžitém zrychlení* v daném čase. Jeho *velikost je konstantní*.
- Zrychlení je vektorová fyzikální veličina, má stejný směr jako rychlost.

Vztahy pro okamžitou rychlost:

$$v = a \cdot t$$

- okamžitá rychlost hmotného bodu s nulovou počáteční rychlostí
- rychlost je přímo – úměrná času

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Počáteční rychlost je rychlost hmotného bodu v čase $t = 0$.

- okamžitá rychlost hmotného bodu, který měl počáteční rychlost v_0
- rychlost je lineární funkcí času

Úloha: Sestrojte grafy závislosti rychlosti na čase, pohybuje-li se hmotný bod rovnoměrně zrychleným pohybem po přímce se zrychlením $a = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, je-li:

a) $v_0 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ b) $v_0 = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB



evropský
sociální
fond v ČR



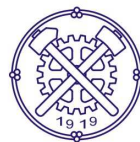
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VÝUKOVÝ A PRACOVNÍ LIST 2

Vztahy pro dráhu:

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

- dráha hmotného bodu, je-li počáteční rychlost $v_0 = 0$
- dráha je přímo-úměrná druhé mocnině času

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

- dráha hmotného bodu, který měl počáteční rychlost v_0

Úloha: Sestrojte graf závislosti dráhy na čase, jestliže se hmotný bod pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem po přímce se zrychlením $a = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, je-li $v_0 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 1

Automobil se rozjížděl z klidu a dosáhl rychlosti 90 km/h za 25 sekund. Určete, jaké měl zrychlení.

Příklad 2

Hmotný bod má počáteční rychlost 10 m/s a pohybuje se se zrychlením 3 m/s². Jakou rychlost má po pěti sekundách zrychleného pohybu?

Příklad 3

Raketa dosáhla za 40s z klidu rychlosti 2 km/s. Její pohyb byl rovnoměrně zrychlený. Určete zrychlení rakety a dráhu, kterou za danou dobu urazila.



evropský
sociální
fond v ČR



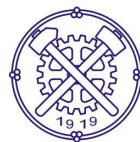
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 3

Hmotný bod, pohybující se rovnoměrně zrychleně po přímce, urazil vzdálenost 18 m za dobu 6 s. Počáteční rychlost byla 1,5 m/s. Určete zrychlení hmotného bodu a jeho rychlost na konci dané doby.

Příklad 4

Vůz jedoucí rychlostí 72 km/hod zvýšil svou rychlost na 90 km/h během 10 s. Jaké bylo jeho zrychlení a jakou dráhu při zvyšování rychlosti urazil?



evropský
sociální
fond v ČR



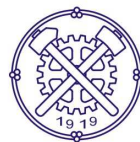
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 5

Vlak vyjíždí ze stanice se stálým zrychlením o velikosti $1,5 \text{ m/s}^2$. Určete, za jakou dobu dosáhne jeho rychlost velikosti 60 km/h . Jakou dráhu během rozjíždění vlak ujede?

Příklad 6

Letadlo se rozjíždí po startovací dráze dlouhé 250 m se stálým zrychlením 5 m/s^2 . Vypočítejte, jak velké rychlosti dosáhne na konci rozjezdové dráhy. Jak dlouho se letadlo rozjíždí?

ROVNOMĚRNĚ ZPOMALENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Trajektorií je přímka, velikost rychlosti se rovnoměrně zmenšuje.
- Velikost okamžitého zrychlení je konstantní.
- Zrychlení má opačný směr než rychlost.

Vztahy pro rychlost a dráhu:

$$v = v_0 - a \cdot t$$

$$s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

v_0 je počáteční rychlost hmotného bod

Úloha: Sestrojte grafy závislostí rychlosti a dráhy na čase, jestliže se hmotný bod pohybuje rovnoměrně zpomaleným pohybem po přímce se zrychlením $a = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, je-li $v_0 = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



evropský
sociální
fond v ČR



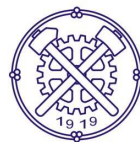
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ROVNOMĚRNĚ ZPOMALENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 1

Vlak jede po přímé trati stálou rychlostí 25 m/s. Před železniční stanicí začne brzdit a zastaví za 50 s. Vypočítejte zrychlení vlaku, je-li jeho pohyb rovnoměrně zpomalený.

Příklad 2

Automobil zastavil při počáteční rychlosti 90 km/h na dráze 62,5 m. Určete jeho zrychlení a jakou dobu trvalo brzdění.



evropský
sociální
fond v ČR



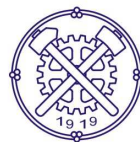
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ROVNOMĚRNĚ ZPOMALENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

Příklad 3

Automobil začne při rychlosti 20 m/s brzdit a pohybuje se se zrychlením 4 m/s^2 .

- a) Určete dobu, za kterou se rychlost automobilu zmenší na 12 m/s a dráhu, kterou za tuto dobu urazí.

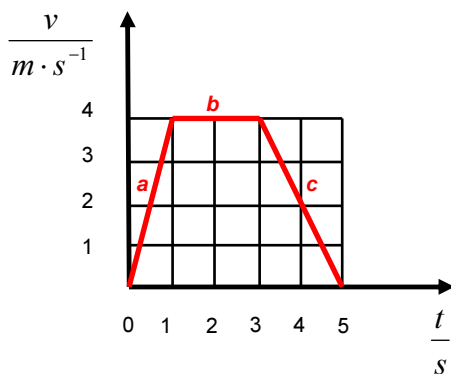
- b) Určete dobu, za kterou automobil zastaví. Pak vypočítejte brzdnou dráhu.

- c) Nakreslete graf závislosti dráhy automobilu na čase.

PŘÍKLADY NA PROCVIČENÍ

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 1) Dva hmotné body konají rovnoměrný pohyb po téže přímce týmž směrem. Počáteční vzdálenost obou bodů je 12m. První bod se pohybuje rychlostí 2 m/s, druhý bod rychlostí 4 m/s. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti se oba body setkají?
- 2) Křižovatkou projel traktor rychlostí 36 km/h. Po 10 minutách projel křižovatkou týmž směrem automobil rychlostí 54 km/h. Za jakou dobu a v jaké vzdálenosti od křižovátky dohoní automobil traktor?
- 3) Cyklista jel do kopce stálou rychlostí 3 km/h po dobu 45 minut a pak z kopce stálou rychlostí 30 km/h po dobu 6 minut. Jaká byla jeho průměrná rychlost za celou dobu jízdy?
- 4) Jak velké rychlosti dosáhne jezdec na jízdním kole, jestliže se rozjíždí po dobu 5 s se stálým zrychlením a projede přitom dráhu 17,5 m?
- 5) Hlaveň pušky má délku 60 cm. Střela proběhne hlavní za dobu 0,002 s. Vypočítejte průměrné zrychlení střely a velikost rychlosti střely v okamžiku opuštění hlavně.
- 6) Automobil snížil rovnoměrným brzděním svou rychlost z 54 km/h na 18 km/h za dobu 5 s. Jak velkou dráhu při brzdění urazil?
- 7) Na obr. je graf závislosti rychlosti tělesa pohybujícího se po přímce na čase.



- a) Jakému pohybu tělesa odpovídají úseky a , b , c grafu?
 - b) Jaké je zrychlení tělesa v časových intervalech odpovídajících těmto úsekům?
 - c) Jakou celkovou dráhu urazí těleso za 5 sekund?
- 8) Vlak, který má rychlost 72 km/h, lze použitím brzd zastavit za dvě minuty. V jaké vzdálenosti od stanice je třeba začít brzdit, aby vlak ve stanici zastavil? Pohyb vlaku při brzdění považujeme za rovnoměrně zpomalený.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

E. SVOBODA, F. BARTÁK, M. ŠIROKÁ: Fyzika pro technické obory. SPN, 1989.
O. LEPIL, M. BEDNAŘÍK, R. HÝBLOVÁ R: Fyzika I pro SŠ. Prometheus 1993.
K. BARTUŠKA: Sbírka řešených úloh z fyziky I. Prometheus 1997.
M. BEDNAŘÍK, M. ŠIROKÁ: Fyzika pro gymnázia Mechanika. Prometheus 2010
V. KOHOUT: Fyzika zásobník úloh pro SŠ. Scientia, spol.s r.o., 2006
F. BARTÁK, M. BEDNAŘÍK, O. LEPIL, M. ŠIROKÁ, E. SVOBODA: Sbírka úloh z fyziky. SPN 1988
O. LEPIL A KOLEKTIV: Fyzika Sbírka úloh pro střední školy. Prometheus 2005
F. BARTÁK, M. BEDNAŘÍK, O. LEPIL, M.ŠIROKÁ, E. SVOBODA: Sbírka úloh z fyziky pro studijní obory SOU a SOŠ. SPN 1988

<http://matematyka-gim.neostrada.pl>

<http://www.fsps.muni.cz>

<http://www.techmania.cz>