

Pohyb telesa na naklonenej rovine

Fyzikálny princíp.

Kinematika hmotného bodu

Hmotný bod – je model telesa, pri ktorom zanedbávame jeho rozmery a zachovávame jeho hmotnosť.

Trajektória – súhrn všetkých polôh, ktorými hmotný bod pri pohybe postupne prechádza.

Stredná rýchlosť (\mathcal{V}_s) – je vektorová veličina, ktorá definovaná ako rozdiel dráhy S a času t , za ktorý hmotný bod tuto dráhu prejde.

$$\mathcal{V}_s = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$
$$[\mathcal{V}_s] = \frac{[\Delta S]}{[\Delta t]} = \frac{1m}{1s} = 1m * s^{-1}$$

Okamžitá rýchlosť (\mathcal{V}_o) – je rýchlosť, ktorou hmotný bod v danom časovom okamihu prechádza určitým bodom svojej trajektórie.

$$\mathcal{V}_o = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{dr}{dt}$$

Stredné zrýchlenie (a_s) – je vektorová veličina, ktorá sa týka časovej zmeny vektora rýchlosti (zmena ho veľkosti a smeru).

$$a_s = \frac{\Delta \mathcal{V}}{\Delta t}$$
$$[a_s] = \frac{[\Delta \mathcal{V}]}{[\Delta t]} = \frac{1m * s^{-1}}{1s} = 1m * s^{-2}$$

Okamžité zrýchlenie (a_o) – je veličina, definované ako prvá derivácia rýchlosti podľa času.

$$a_o = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathcal{V}}{\Delta t} = \frac{d\mathcal{V}}{dt}$$

Druhy mechanického pohybu

Podľa tvaru trajektórie rozlišujeme pohyby **priamočiare a krivočiare**. Podľa časovej zmeny rýchlosti pohyby sú **rovnomerne a nerovnomerne**.

Nerovnomerne pohyby môžu byť **zrýchlene a spomalene**. Sú charakterizované tým, že sa veľkosť okamžitej rýchlosti zvyšuje (resp. znižuje) za určité časové intervaly na určitú hodnotu.

Rovnomerne zrýchlený pohyb

Ak vektory \mathcal{V} a a majú rovnaký smer, potom platí:

$$\mathcal{V}(t) = \mathcal{V}_o + at$$

Takýto pohyb nazývame *rovnomerne zrýchlený pohyb*.

$$S(t) = \int \mathcal{V}(t)dt = \int (\mathcal{V}_o + at)dt = \mathcal{V}_o t + \frac{at^2}{2} + c \rightarrow (c = S_o)$$

$$S(t) = S_o + \mathcal{V}_o t + \frac{at^2}{2}$$

Rovnomerne spomalený pohyb

Ak vektory \mathcal{V} a a majú opačný smer, potom platí:

$$\mathcal{V}(t) = \mathcal{V}_o - at$$

Takýto pohyb nazývame *rovnomerne spomalený pohyb*.

$$S(t) = S_o + \mathcal{V}_o t - \frac{at^2}{2}$$

Poznámka: pre tieto účely nepoužívali sme vektor.

Motivácia

- Ako funguje kinematika?
- Aké pohyby poznáme?

Ciele

- Vykresliť grafy závislostí dráhy na čase, rýchlosti na čase a zrýchlenia na čase vozíka spusteného po naklonenej rovine. Jednotlivé krivky v grafoch odlíšiť farebne a popísať.
- Určiť okamžité rýchlosti vozíka v polovici dráhy a v najnižšej polohe naklonenej roviny.
- Určiť zrýchlenie vozíka.


Schéma zapojenia

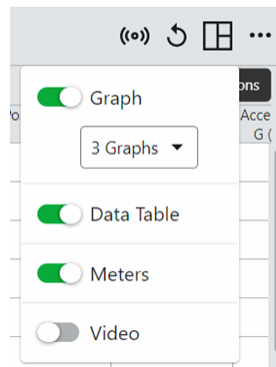


Obrázok 1

Postup realizácie merania

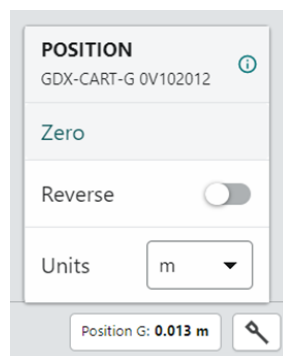
I. časť

1. Skontrolujte dynamickú dráhu, ktorá má byť naklonená pod uhlom 3-5 stupňov.
2. Zapnite vozík a položte ho na drahú dole, piestom do blízkosti dorazu.
3. Otvorte si program *Vernier Graphical Analysis* a cez *Sensor Data Collection* nájdite váš vozík a pridajte ho do systému.
4. Kliknutím na *View Options* , vyberte si *Graph - 3 Graphs, Data Table, Meters* (obr. 2).




Obrázok 2

5. Urobte miesto polohy vozíka nulovým, kliknutím na *Zero* (obr. 3).



Obrázok 3




6. Kliknutím na  spustíte záznam údajov. Počkejte asi jednu sekundu a potom krátko potlačte vozík smerom hore naklonenou rovinou tak, aby došiel zotrvačnosťou takmer na vrch roviny a potom zbehol dole. Keď sa vozík priblíži k dorazu, chyt'te ho.
7. Vyšetrite grafy závislosti polohy od času. Ak na grafe nemáte oblasť plynulej zmeny polohy, krok 4 zopakujte. Ak nemáte istotu, či je potrebné opakovať meranie, opýtajte sa vášho učiteľa.
8. Predtým než prejdete k časti II, zodpovedajte analytické otázky k časti I.

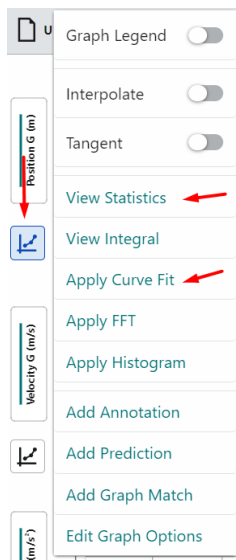
II. časť

9. Vozík sa môže odraziť od koncového dorazu pomocou piesta. Vyskúšajte si púšťať vozík tak, aby sa počas zberu údajov odrazil aspoň trikrát.
10. Pokračujte otázkami analýzy v časti II.

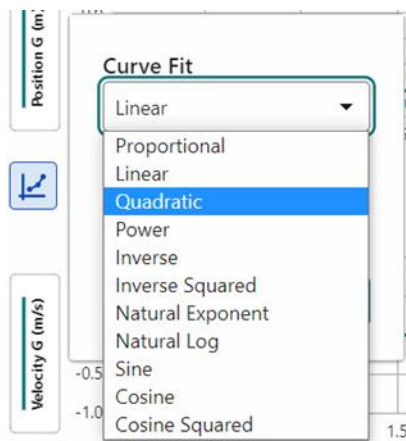
Analýza

I. časť

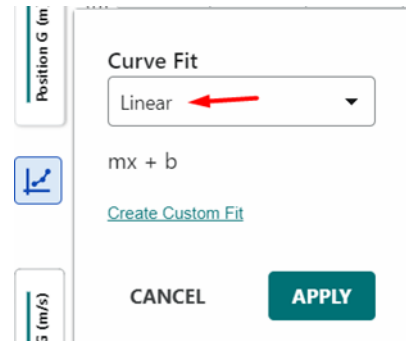
1. Vytlačte, alebo načrtnite uvedené tri pohybové grafy. Grafy, ktoré ste získali sú pomerne komplikované. Je preto dôležité identifikovať ich jednotlivé oblasti. Posúvajte kurzor po grafe a odpovedzte na nasledujúce otázky. Odpovede napíšte priamo na vytlačené alebo na nakreslené grafy.
 - a. Identifikujte oblasť, kde ste vozík tlačili rukou:
 - Vyšetrite graf závislosti rýchlosti od času a identifikujte túto oblasť. Oblasť vyznačte na grafe.
 - Vyšetrite graf závislosti zrýchlenia od času a identifikujte tú istú oblasť. Vyznačte na grafe.
 - b. Identifikujte oblasť, kde sa vozík pohyboval voľne:
 - Vyznačte oblasti na jednotlivých grafoch, kde sa vozík pohyboval voľne hore naklonenou rovinou.
 - Vyznačte oblasti na jednotlivých grafoch, kde sa vozík pohyboval voľne dole naklonenou rovinou.
 - c. Zistite polohu, rýchlosť a zrýchlenie v konkrétnych bodoch:
 - Na grafe závislosti rýchlosti od času zistíte, kde mal vozík maximálnu rýchlosť, tesne po jeho uvoľnení. Vyznačte tento bod na grafe a zapíšte jeho hodnotu na graf.
 - Na grafe závislosti polohy od času nájdite najvyšší bod vozíka na naklonenej rovine. Vyznačte tento bod na grafe a zapíšte jeho hodnotu na graf.
 - Aká bola rýchlosť vozíka v najvyššom bode dráhy?
 - Aké bolo zrýchlenie vozíka v najvyššom bode dráhy?
2. Pohyb telesa s konštantným zrýchlením modeluje rovnica $x = \frac{1}{2} at^2 + v_0t + x_0$, kde x je poloha, a je zrýchlenie, t je čas a v_0 je počiatočná rýchlosť. Je to kvadratická rovnica, ktorej grafom je parabola. Keď sa vozík pohyboval s konštantným zrýchlením, graf závislosti polohy od času bude parabolický. Preložte vaše údaje kvadratickou rovnicou.
 - a. Kliknite a potiahnete myšou po časti grafu polohy v závislosti na čase, ktorá je parabolická, čím označíte čas grafu s voľným pohybom vozíka.
 - b. Kliknite na tlačidlo *Curve Fit*  (obr. 4), zo zoznamu modelov vyberte kvadratickú aproximáciu (obr. 5) a kliknite na *Apply*.
 - c. Je v časti, kde sa vozík pohyboval voľne, jeho zrýchlenie konštantné?
3. Ak je zrýchlenie konštantné, graf závislosti rýchlosti od času bude lineárny. Priamku preložíte cez údaje tak, že kliknete a potiahnete myšou po časti grafu, kde sa vozík voľne pohyboval. Kliknite na *Linear Fit*,  (obr. 6). Porovnajme sklon priamky so zrýchlením, ktoré ste našli v predchádzajúcom kroku.
4. V časti grafu s voľným pohybom vozíka by mal byť graf závislosti zrýchlenia na čase približne konštantný. Kliknite a potiahnite myš okolo údajov voľného pohybu vozíka a kliknite na tlačidlo *Statistics*  (obr. 4). Porovnajme strednú hodnotu zrýchlenia s hodnotami a z krokov 2 a 3.



Obrázok 4



Obrázok 5



Obrázok 6

II. časť

5. Z grafu rýchlosti zistíte zrýchlenia vozíka v častiach grafu s voľným pohybom vozíka. Sú tieto zrýchlenia rovnaké?
6. Z grafu polohy zistíte zrýchlenia vozíka v častiach grafu s voľným pohybom vozíka. Sú tieto zrýchlenia rovnaké?

Doplňujúce otázky

Aký druh pohybu vykonával vozík po naklonenej rovine?

Porozmýšľajte: Ako závisí zrýchlenie vozíka od sklonu dráhy, po ktorej je spúšťané?

Pomôcky

