

Vernierov dynamický vozíčkový systém s optickým kódovaním



Kód DTS-EC

Vernierov dynamický vozíčkový systém s optickým kódovaním je prispôsobený na presné štúdium pohybu dynamického vozíka bez použitia ultrazvukových pohybových detektorov. Namiesto tradičného detektora pohybu (kód MD-BTD), tento systém používa nový optický spôsob detekcie pohybu. Systém kódovania pozostáva z niekoľkých častí:

- Dráha s kódovacím pásom v pozdĺžnom smere
- Dynamický vozík s optickým kódovaním a s infračerveným (IR) vysielateľom
- Prijímač, namontovaný na konci dráhy

Kódovací pás pozostáva zo striedajúcich sa čiernych a bielych pásov s periódou 4 mm, ktoré počas pohybu vozíka umožňujú optickému senzoru detekciu ich prechodu. Dva optické senzory vhodne umiestnené na spodku vozíka umožňujú stanoviť zmenu jeho polohy s rozlíšením 1 mm a tiež smer jeho pohybu. Úzky infračervený lúč prenáša údaje o pohybe do prijímača.

Prijímač sa nasadzuje pevne na dráhu, vozík ide vo vybraniach dráhy, preto nie je potrebné ich vyrovnávanie alebo nastavovanie. Infračervený lúč nie je ovplyvňovaný odrazmi od okolitých objektov.

Systém je zhotovený za účelom experimentov s pohybom a energiou na hodinách fyziky a fyzikálnych vied. Pomocou prídavnej optickej sady (kód OEK) môžete dráhu premeniť na optickú lavicu. Je k dispozícii aj dráha dĺžky 2,2 m.

Príklady typických experimentov, ktoré sa dajú robiť s týmto systémom

- Pohyb s nulovým zrýchlením
- Pohyb s konštantným zrýchlením na naklonenej rovine
- Nepružné zrážky pomocou priložených vankúšikov zo suchého zipsu
- Pružné zrážky pomocou priložených magnetických nárazníkov

Súčasti dodávané s Vernierovým dynamickým vozíčkovým systémom s optickým kódovaním.

- Vozík s optickým kódovaním s 2 magnetickými a 2 plochými nárazníkmi.
- Prijímač kódovania pohybu
- Vozík s piestom s 2 magnetickými a 4 plochými nárazníkmi.
- Závažia vozíka 4 ks po 125 g.
- Kombinovaná 1,2 m dynamická dráha/optická lavica s kódovacím pásom
- Nastaviteľné vyrovnávacie nožičky

- Príslušenstvo na namontovanie dvojzrsohového senzora sily a senzora nízkych zrýchlení (2 veľké a 4 malé skrutky)
- Nastaviteľný koncový doraz
- Držiak detektora pohybu
- Odrasová plocha pre detektor pohybu s 2 magnetickými upevňovacími plochami
- 2 držiaky fotobrány
- Úchyt na tyč
- Imbusový kľúč 3/32"
- Kladka z nízkym trením
- Držiak kladky

Kompatibilný softvér a interfejsy

Zoznam kompatibilných interfejsov a softvéru nájdete na www.vernier.com/dts-ec.

Upozornenie: Prijímač kódovania pohybu nie je kompatibilný s Texas Instruments TI-Nspire Lab Cradle. Pripojením prijímača na Lab Cradle spôsobíte jeho nefunkčnosť s potrebou opravy u Texas Instruments.

Zber údajov s Vernierovým dynamickým vozíčkovým systémom s optickým kódovaním.

1. Namontujte prijímač na koniec dráhy tak, aby bol kódovací pás dráhy pri značke pásu na prijímači.
2. Položte dráhu na vodorovnú plochu.
3. Do vozíka s kódovaním vložte dve AAA batérie (nie sú súčasťou dodávky).
4. Pripojte prijímač na interfejs, napríklad na LabQuest 2. Ak používate počítač, pripojte interfejs na počítač a spustíte program *Logger Pro*.
5. Zapnite vozík stlačením jeho tlačidla vypínača. Keď je vozík zapnutý, tlačidlo svieti na modro.
6. Položte vozík na dráhu tak, aby boli kolieska v drážkach a aby modré svetlo na ňom smerovalo k prijímaču.
7. Spustíte zber údajov a pohybujte vozíkom.

Poznámky: Výrobky Vernier sú určené len pre účely výuky. Naše výrobky neodporúčame pre žiadne priemyselné, lekárske alebo komerčné procesy, ako je záchrana života, diagnostika pacientov, riadenie výrobných procesov alebo priemyselné testovanie akejkoľvek povahy.

Technické údaje

Rozsahy merania	
1 m	Dráha 1,2 m
2 m	Dráha 2,2 m
Presnosť a rozlíšenie	1 mm
Optimálna frekvencia zberu údajov	15-30 Hz

Kalibrácia dynamického systému s optickým kódovaním

Kalibrácia dynamického systému s optickým kódovaním nie je potrebná, ani nie je možná. Pruhy na páse kódovania sú mierkou, kódovací systém vozíka tieto pruhy pri pohybe počítá. Možné jednotky merania sú metre alebo stopy, vyberajú sa v softvéri.

Kódovací systém je možné a aj žiaduce vynulovať. Na rozdiel od ultrazvukového detektora pohybu, tento systém nemá nemennú referenčnú polohu, dokáže len počítať počet pruhov od miesta, kde bol vozík položený na dráhu. V dôsledku toho bude možno vhodné napríklad posunúť vozík k prijímaču na konci dráhy a pomocou softvéru v tomto mieste vynulovať indikovaný údaj.

Kladný smer indikovania je možné obrátiť tak, aby sa údaj zvyšoval pri pohybe vozíka v smere k prijímaču. Obrátený súradnicový systém je užitočný, napríklad pri použití dvoch systémov kódovania na monitorovanie dvoch vozíkov s kódovaním tak, že kladný indikovaný smer bude pri oboch vozíkoch rovnaký.

Keďže kódovací pás na dráhe musí byť nepretržitý, nie je možné dráhu s optickým kódovaním nastavovať pomocou spojky dráh.

Napájanie

Dynamický vozík s kódovaním používa dve batérie typu AAA. Je možné použiť buď alkalické nenabíjateľné batérie alebo nabíjateľné NiMH batérie. Zapnite vozík stlačením priesvitného tlačidla na jeho konci. Keď je napájanie zapnuté, tlačidlo svieti na modro. Opakovaným stlačením tlačidla vozík vypnete. Ak ponecháte vozík 20 minút bez použitia, vypne sa. Ak vozíkom pohnete na dráhe, tento časovač sa resetuje. Prijímač sa napája z interfejsu zberu údajov.

Životnosť batérií závisí od používania a nastavenia dosahu. Slabé batérie môžu spôsobovať nesprávnu detekciu pohybu vozíka s nesprávnym vyhodnotením rýchlosti. Ak to spozorujete, batérie vymaňte.

Nastavenie dosahu vozíka s kódovaním

Infračervený vysielač na vozíku má dve výkonové úrovne. Štandardné nastavenie 1 m šetrí batérie. Ak budete vozík používať na 2,2 metrovej dráhe, nastavte výkonovú úroveň na vyššiu úroveň 2 m. Ak nepoužijete toto nastavenie na 2,2 m dráhe, prijímač nebude spoľahlivo identifikovať polohu vozíka na vzdialenejšom konci dráhy. Prepínač sa nachádza vnútri priestoru na batérie.

Použitie dvoch systémov kódovania na tej istej dráhe

Niektoré experimenty vyžadujú meranie pohybu dvoch vozíkov. Dráhu môžete rozšíriť tak, že si zakúpite prídavnú zostavu vozíka s optickým kódovaním a s prijímačom (kód DTS-MEC), čím získate druhý vozík s kódovaním, prijímač a kódovací pás, ktorý nalepíte na dráhu. Prijímač sa umiestni na druhý koniec dráhy, na dráhe sa použijú dva dynamické vozíky s kódovaním tak, aby ich vysielače

smerovali priamo s svojim prijímačom. Na dráhu musíte namontovať druhý pás kódovania umiestnený po druhej strane strednej drážky.

Môžete sa rozhodnúť pre softvérové obrátenie smeru indikovania jedného z prijímačov tak, aby bol pri oboch vozíkoch kladný smer indikovania dráhy rovnaký. Pritlačte vozíky k sebe a vynulujte obidva systémy. Týmto nastavíte vozíky do spoločného systému súradníc, ak sa budú pohybovať spolu, ich údaje o polohe budú rovnaké.

Použitie viacerých systémov kódovania v tej istej miestnosti

Keďže infračervený lúč použitý na prenos údajov medzi vozíkom a prijímačom je úzky, k vzájomnej interferencii dochádza zriedka. Ak by však došlo k interferencii medzi dvoma zostavami, problém sa dá vyriešiť zmenou polohy jednej z dráh.

Všetky vozíky s kódovaním sú navzájom zameniteľné, nie je žiadna väzba konkrétneho vozíka na konkrétny prijímač.

Poznámky k zberu údajov s dynamickým systémom s kódovaním

- Optické kódovanie pohybu dokáže robiť len relatívne merania polohy, nulový bod je stanovený tam, kde je pri zapnutí napájania práve položený vozík. Ak chcete, aby nulový bod bol pri prijímači, položte na počiatku vozík k prijímaču. Táto vlastnosť sa veľmi odlišuje od ultrazvukového detektora pohybu, ktorý štandardne používa pevný počiatočný bod pri detektore.
- Kódovanie pohybu je takmer úplne imúnne voči interferencii, ak však bude infračervený lúč medzi vozíkom a prijímačom blokovaný, prenos nebude fungovať. Nedávajte preto ruky do tejto oblasti.
- Keďže nulová poloha (počiatok) kódovania závisí od toho, kde je vozík na počiatku položený, je obvykle vhodné nulovanie kódovania pomocou softvéru. Položte vozík do polohy, ktorú chcete stanoviť ako nulovú. K príkazu nulovania sa na LabQueste dostanete tak, že sa dotknete panelu meradla. V Logger *Pro* použijete tlačidlo na nástrojovej lište.
- Často je vhodné otočiť smer systému súradníc tak, aby pri pohybe vozíka smerom k prijímaču hodnoty rástli. Môžete to urobiť cez panel meradla na LabQueste, alebo cez menu senzorov v dialógu nastavenia senzorov pre daný interfejs v Logger *Pro*.
- Vysoké frekvencie zberu údajov nie sú pri kódovaní pohybu užitočné. Frekvencie nad 30 Hz dávajú zašumené grafy rýchlosti a zrýchlenia, kvôli malému počtu bodov počas jednotlivých časových úsekov.
- Podobne, ako pri ultrazvukovom detektore pohybu, môže byť vhodné nastavenie počtu bodov používaných na výpočet derivácií pri grafoch rýchlosti a zrýchlenia. Vyššie hodnoty dávajú hladšie grafy, nižšie hodnoty však poskytujú viac časových detailov. Nastavenie počtu bodov urobíte cez položky Súbor/ Nastavenia na LabQueste, alebo cez menu Súbor v Logger *Pro*.

Držiak fotobrány

Držiaky fotobrány sa montujú na bok dráhy. Štvorhrannú maticu čiastočne naskrutkovanú na skrutke s držiakom tvaru T vsuňte do bočného kanálu na dráhe.

Namontujte fotobránu pomocou priloženej krídlovej skrutky do dlhého výrezu na držiaku. Nastavte výšku fotobrány tak, aby jej lúč bol v oblasti požadovaného objektu merania.

Držiak detektora pohybu

Ak keď predpokladáme, že na záznam údajov o pohybe budete najčastejšie používať optické kódovanie pohybu, je možné použiť aj ultrazvukový detektor pohybu.

Pomocou priloženého držiaka detektora pohybu je možné upevniť akýkoľvek

Vernierov detektor pohybu s výklopnou hlavicou. Na držiaku detektora pohybu je kovový pin, ktorý slúži na zaistenie polohy detektora pohybu na držiaku. Na upevnenie držiaka na spodok dráhy je na držiaku skrutka s podložkou, ďalšia skrutka a závitový otvor v blízkosti kovového pinu. Pri montáži položte detektor pohybu zadnou stenou na pin na držiaku. Cez vybranie v držiaku vložte skrutku do otvoru so závitom v detektore tak, aby záves hlavice detektoru smeroval k dráhe, a skrutku utiahnite. Vložte držiak do drážky na spodku dráhy podľa obrázku. Keď na držiaku nie je namontovaný detektor pohybu, upevňovaciu skrutku môžete uložiť do závitového otvoru v blízkosti pinu.

Väčšina Vernierových detektorov pohybu (zelený alebo čierny s nastaviteľnou citlivosťou) sa dajú upevniť tak, že senzor je vzdialený 15 cm od konca dráhy. Vozíky je potom možné detekovať po celej dĺžke dráhy. Na dynamickom systéme používajte dráhový režim detektora pohybu. Staršie detektory pohybu bez prepínača citlivosti je tiež možné použiť, vozíky však musia byť o nich vzdialené najmenej 45 cm, čo je ich minimálna pracovná vzdialenosť.



Odrasová plocha pre detektor pohybu

Pri použití ultrazvukového detektora pohybu je niekedy vhodné zlepšiť odrazivosť vozíka. Dá sa na to použiť odrazová plocha, meranie je potom menej citlivé na umiestnenie detektora pohybu.



Odrasová plocha pre detektor pohybu sa nasadzuje na tmavošedú stranu vozíka. Do vozíka dajte magnetické nárazníky a odrazovú plochu priložte kovovými vložkami smerom k týmto nárazníkom. Položte vozík na dráhu tak, aby odrazová plocha smerovala k detektoru pohybu.

Nastaviteľné vyrovnávacie nožičky

Nastaviteľné vyrovnávacie nožičky sa montujú do strednej drážky dole na dráhe. Môžete pomocou nich nastaviť potrebnú výšku a rovinu dráhy. Nožičky montujte ešte pred namontovaním držiaka detektora pohybu.



Nastaviteľný koncový doraz

Nastaviteľný koncový doraz sa montuje do hornej drážky na koniec dráhy. Môžete nastaviť jeho polohu podľa potreby. Ak je to potrebné, vložte do nárazníkov koncového dorazu magnety. Ak je na konci dráhy optický prijímač kódovania alebo ultrazvukový detektor pohybu, koncový doraz na tomto konci dráhy nie je možné použiť.



Držiak na tyč

Držiak na tyč sa používa na upevnenie dráhy na bežný laboratórny stojan. Je možné použiť stojan s tyčou priemeru maximálne 12 mm. Maticu držiaka vsuňte do bočnej drážky dráhy. Nastavte požadovaný sklon dráhy.



Montážne príslušenstvo

Priložené montážne príslušenstvo sa používa na upevnenie rôznych zariadení na vozík, napríklad senzor sily, senzor zrýchlenia alebo bezdrôtový dynamický senzorový systém.



Prídavné závažia

Na zmenu hmotnosti vozíka pri dynamických experimentoch je možné použiť štyri závažia po 125 g. Vozík má menovitú hmotnosť 250 g. Prídavné súčiastky, ako sú magnety, nárazníky so suchými zipsami, senzory a systém kódovania zvyšujú jeho hmotnosť. Ak je pri experimente dôležitá hmotnosť vozíka, je lepšie ho zvážiť na váhe.



Štyri prídavné závažia sa dajú použiť po jednom, alebo aj v rôznych kombináciách. Vybrania na závažia po stranách vozíka umožňujú pridávať závažia bez odmontovania senzorov. Nie je nevyhnutné, aby bol vozík závažiami stranovo vyvážený.

Držiak kladky a kladka

Držiak kladky a kladka sa dajú namontovať na koniec dráhy a dá sa nimi pomocou prídavného lanka a závaží vytvoriť polovičný Atwoodov stroj. Dá sa to zostaviť buď s fotobránou na meranie pohybu, alebo bez nej.



Štvorhrannú maticu vsuňte do spodnej drážky dráhy a pritiahnite skrutku. Na namontovanie kladky bez fotobrány použite krátku skrutku. Nastavte výšku kladky tak, aby bolo lanko nad dráhou vodorovne. Ak chcete namontovať fotobránu, nasuňte jej plastový držiak na vertikálnu časť držiaka kladky tak, aby jeho otvorená časť smerovala vonku a hore. Vložte Vernierovu fotobránu do držiaka, presuňte dlhšiu skrutku cez držiak a fotobránu, a zaskrutkujte ju do závitú v kladke.

Nárazníky

Vernierove dynamické vozíky sú vybavené magnetmi a vankúšikmi zo suchého zipsu. Tieto časti sa montujú pomocou odoberateľných nárazníkov. Magnety môžu prekážať pri niektorých experimentoch, napríklad pri použití senzora sily na vozíkoch, nainštalujte ich preto len vtedy, keď je to potrebné.



Magnety sú užitočné pri štúdiu zrážok vozíkov, pri umiestení magnetov s rovnakou polaritou na oboch vozíkoch. Magnety sa budú navzájom odpudzovať, môžete tak robiť zrážky vozíkov, pričom sa vozíky v skutočnosti nedotknú. Takáto zrážka bude na rozdiel od zrážok s použitím pružín alebo iných kontaktných zrážok s veľkým priblížením elastickou zrážkou.

Odoberateľné nárazníky majú dve strany. Na jednej strane je značka N, druhá je plochá. Plochá strana sa používa na plochy zo suchého zipsu.

Nárazníky sa dajú vložiť do vozíka dvoma spôsobmi, s odkrytými alebo zakrytými suchými zipsami. Ak chcete robiť experimenty bez magnetov, odoberte nárazníky.

Magnety môžu byť aj v koncovom doraze. Pamätajte, že vozík vo svojej dráhe udržia len zrážky s koncovým dorazom pri nízkych rýchlostiach.

Magnety namontujete do koncového dorazu takto:

1. Odmontujte kryty tvaru kvapky z vozíka alebo z koncového dorazu.
2. Vložte do krytu striebnistý magnet (dodaný s vozíkom) orientovaný tak, aby vonkajšia strana krytu v tvare kvapky priťahovala ihlu kompasu smerujúcu na juh.
3. Do krytu v tvare kvapky vložte penovú zátku (dodanú s vozíkom).
4. Znovu vložte kryty v tvare kvapky do koncového dorazu a upevnite ho skrutkou.

Ak chcete, môžete skontrolovať, či sú magnety v koncovom doraze alebo vo vozíku v rovnakej polohe tak, že k nim priblížite kompas. Koniec ihly, ktorý normálne smeruje na juh, má vozík priťahovať.

Magnety môžete kedykoľvek opačným postupom vymontovať. Magnety ukladajte ďalej od počítačov.

Ak chcete študovať neelastické zrážky, umiestnite na konce krytov nárazníkov bez magnetu vankúšiky zo suchého zipsu. V smere pohľadu na koniec vozíka umiestnite na ľavý nárazník vankúšik s háčikmi a na pravý nárazník vankúšik s mäkkou časťou suchého zipsu. Vankúšiky umiestnite na stred kruhovej časti nárazníkov. Takýmto spôsobom každý vozík s nárazníkmi so suchým zipsom sa bude spájať s ktorýmkoľvek iným vozíkom. Vozíky s nárazníkmi so suchým zipsom sa spoja a vytvoria úplne neelastickú zrážku.

Vozík s piestom

Jeden z vozíkov má na zrážky pružinový piest. Piest pripravíte tak, že súčasne stlačíte horizontálne tlačidlo, ktoré je nad piestom, a piest, až kým sa neuzamkne v stlačenej polohe. Piest uvoľníte stlačením pinu hore na vozíku. Sila piestu sa dá nastaviť. Silu piestu nastavíte jeho otáčaním vo vysunutej polohe. Zospodu vozíka je viditeľná nekalibrovaná stupnica. Pomocou tento stupnice si môžete zapamätať pôvodné nastavenie piestu.

S vozíkom s piestom môžete robiť aj superelastické zrážky. Tento režim umožníte tak, že pomocou malého skrutkovača odomknete tmavošedý plastový výstupok, ktorý je pod hlavným piestom. Stlačte tento výstupok malým skrutkovačom a odomknite ho pootočením o pol otáčky v smere proti pohybu hodinových ručičiek. Výstupok sa vysunie asi o 2 mm.

Natiahnite a uzamknite piest hore popísaným spôsobom. Pri zrážke najprv narazí výstupok a spustí piest.

Superelastický režim vypnete tak, že výstupok malým skrutkovačom stlačíte a uzamknete ho pootočením o pol otáčky v smere pohybu hodinových ručičiek. Uzamkne sa v stlačenej polohe.

Vozík s piestom má menovitú hmotnosť 250 g. Pridaním príslušenstva, ako sú senzory alebo magnety, sa hmotnosť zmení.

Použitie prídavného príslušenstva a senzorov

Nasledujúce príklady uvádzajú rozličné senzory namontované na Vernierovom dynamickom vozíku.

Senzory nie sú súčasťou balenia dynamického vozíčkového systému s optickým kódovaním

Namontovanie dvojzrňového senzora sily (DFS)

1. Položte senzor na dva strieborné výstupky podľa vyobrazenia hore na vozíku. Pri starších senzoroch je potrebné posunúť výstupky do širšej



polohy.

2. Pomocou veľkej skrutky upevnite senzor k vozíku podľa vyobrazenia.
3. Nakonfigurujte senzor podľa potreby (háč, nárazník alebo magnet).

Namontovanie senzora nízkeho zrýchlenia (LGA)

Senzor zrýchlenia ma hore na vozíku montážne otvory.

1. Položte senzor zrýchlenia na tieto otvory hore na vozík podľa vyobrazenia na vrchu vozíka.
2. Pomocou dvoch malých skrutiek ho podľa obrázku upevnite.



Namontovanie kombinácie DFS a LGA

DFS (dvojrozsahový senzor sily) a LGA (senzor nízkeho zrýchlenia) je možné súčasne použiť rovnakými postupmi.



Bezdrôtový dynamický senzorový systém

Ak chcete namontovať bezdrôtový dynamický senzorový systém (WDSS), odstráňte a odložte dva strieborné výstupky používané na dvojrozsahový senzor sily. Položte WDSS hore na vozík a pomocou veľkej skrutky ho na vozíku upevnite.

Všeobecné rady pre Vernierov dynamický vozíkový systém

- Neinštaluje magnety, ak ich nebudete potrebovať. Budú prekážať pri experimentoch so senzorom sily na vozíku, pretože senzor sily nebude udávať celkovú silu pôsobiacu na vozík.
- Magnety sú určené na jemné kolízie. Ak sa vozík pohybuje príliš rýchlo, magnetické sily ho môžu vyhodit' z dráhy nabok. Ak sa to stane, použite menšiu počiatočnú rýchlosť vozíka.
- Udržujte dráhu v čistote, ak je znečistená, vozíky sa nebudú pohybovať plynulo.
- Používajte radšej menšie rýchlosti a menšie sklony dráhy ako by ste si mysleli, fyzika bude rovnaká ale študenti budú mať viac času pozorovať čo sa deje.
- Pred vložením držiaka detektora pohybu vložte nožičky dráhy a posuňte ich do vzdialenosti asi 30 cm.
- Prezrite si pozorne obrázok s držiakom detektora pohybu a všimnite si, že držiak je vsunutý do spodnej časti dráhy. Obvyklá chyba je jeho montáž do hornej drážky na dráhe.

Príklady experimentov

Vernierovým dynamickým systémom s optickým kódovaním sa dá použiť všade tam, kde sa používal detektor pohybu s vozíkom a dráhou. Kódovanie závisí od prítomnosti dráhy, preto je možné robiť len experimenty kde je vozík aj dráha.

Meranie zrýchlenia vozíka

Môžete študovať základný pohyb vozíka na naklonenej rovine. Urobte si napríklad experiment 3 zo zbierky *Physics with Vernier*, „Vozík na naklonenej rovine“. Alebo si zopakujte Galileov experiment stanovenia g s použitím telesa na naklonenej rovine. Je to experiment 4 zo zbierky *Physics with Vernier*, „Stanovenie g na naklonenej rovine“.

Druhý Newtonov zákon

Keď použijete senzor sily na vozíku s kódovaním, môžete zaznamenávať pôsobiacu silu aj zrýchlenie. Tieto veličiny sú navzájom priamo úmerné.

Alebo si urobte polovičný Atwoodov stroj tak, že na opačnom konci dráhy ako je prijímač upevníte kladku a na lanko ťahajúce vozík zaveste závažie. Merajte zrýchlenie vozíka s kódovaním ako funkciu hmotnosti zaveseného závažia.

Meranie zrýchlenia vozíka s ventilátorom

Ak použijete vozík s ventilátorom a s kódovaním (kód CART-FEC), môžete študovať pohyb vozíka pri konštantnom ťahu.

Meranie zrýchlenia vozíka pri pôsobení trenia

Pridajte k vozíku s kódovaním trecí element (kód DTS-PAD) a pozorujte pohyb vozíka pri rôznych silách trenia.

Hybnosť a impulz

Pomocou senzora sily a sady nárazníkov a odrazov (kód BLK) môžete študovať vzťah medzi hybnosťou a impulzom. Impulz stanovte integráciou grafu závislosti sily od času.

Zachovanie energie

Pomocou dvoch vozíkov s kódovaním pozorujte zmenu energie pri zrážke dvoch vozíkov.

Zachovanie hybnosti

Pomocou dvoch vozíkov s kódovaním pozorujte zmenu hybnosti pri zrážke dvoch vozíkov. Skúste rôzne zrážky, elastickú, neelastickú a úplne neelastickú.

Výrobky súvisiace s Vernierovým dynamickým vozíčkovým systémom s optickým kódovaním.

Vernierov dynamický vozíčkový systém (kód DTS)

Vernierov dynamický systém je kombináciou 1,2 m dráhy s nízkym trením a optickej lavice. Je určený na experimenty z kinematiky, dynamiky a optiky. Obsahuje dva vozíky. Zostava neobsahuje vozík s optickým kódovaním a prijímač kódovania.

Vernierov dynamický vozíčkový systém s dlhou dráhou (kód DTS-LONG)

Dlhá verzia Vernierovho dynamického systému má namiesto 1,2 m dráhy dráhu dĺžky 2,2 m.

Dráha (kód TRACK)

Kombinácia 1,2 m dráhy a optickej lavice sa dodáva s nainštalovaným pásom optického kódovania.

Náhradné diely

Prijímač kódovania pohybu (kód MEC-BTD)

Prijímač sa upevňuje na koniec dráhy a pripája sa na interfejs, napríklad LabQuest 2.

Vozík s optickým kódovaním (kód CART-MEC)

Kompletný, zmontovaný vozík s optickým kódovaním pohybu.

Dlhý pás optického kódovania pohybu (kód METS-LONG)

Pás sa dá namontovať na existujúcu dráhu bez optického kódovania, alebo na dráhu s optickým kódovaním ako druhý pás na použitie dvoch vozíkov so systémom kódovania. Je určený pre dráhy dĺžky 1,2 aj 2,2 m.

Vysielacia časť optického kódovania pohybu (kód MECT)

Vysielacia časť optického kódovania a používa na prestavbu existujúceho vozíka na vozík s optickým kódovaním pohybu.

Vozík s optickým kódovaním a prijímač kódovania (kód DTS-MEC)

Táto zostava obsahuje vozík s optickým kódovaním, prijímač kódovania pohybu a pás optického kódovania pohybu. Môžete ju pridať k dynamickému vozíčkovému systému s optickým kódovaním na optické kódovanie pohybu aj druhého vozíka.

Kladka s nízkym trením (kód SPA)

Kladka sa dá namontovať na koniec dráhy pomocou držiaka kladky a urobiť tak polovičný Atwoodov stroj.

Držiak kladky (kód BSPA)

Držiak kladky umožňuje namontovanie kladky s nízkym trením na koniec Vernierovej dráhy.



Vhodné príslušenstvo

Sada nárazníkov a odrazov (kód BLK)

Sada nárazníkov a odrazov obsahuje príslušenstvo na integráciu dvojrozsahového senzora sily (DFS-BTA) s Vernierovým dynamickým systémom alebo s Vernierovým dynamickým systémom s optickým kódovaním, ktoré umožňuje veľa zaujímavých experimentov pri štúdiu hybnosti a impulzu.

Pravítko vozíka (kód PF-CART)

Pravítko s čiernobielym rastrom na nasadenie na vozík pre sledovanie jeho pohybu fotobránou. Používa sa na presné meranie rýchlosti a zrýchlenia.

Dvojrozsahový senzor sily (kód DFS-BTA)

Dvojrozsahový senzor sily meria ťahovú a tlakovú silu do 50 N.

Bezdrôtový dynamický senzorový systém (kód WDSS)

WDSS je bezdrôtový senzorový systém senzora sily, troch senzorov zrýchlenia a barometrického senzora výšky.

Trecí element vozíka DTS (kód DTS-PAD)

Trecí element vozíka DTS sa montuje na vozík s využitím vybraní pre nárazníky. Element vytvára kontrolovateľnú treciu silu pohybu vozíka. Používa sa na štúdiu trecích síl.

Vozík s ventilátorom s optickým kódovaním (kód CART-MEC)

Veľký ventilátor s nastaviteľným ťahom v troch úrovniach namontovaný na ľahkom vozíku s optickým kódovaním pohybu. Umožňuje robiť kinematické a dynamické experimenty s konštantným zrýchlením, meniteľnou hmotnosťou, meniteľným ťahom a meniteľným uhlom ťahu. Vozík obsahuje vysielateľ kódovania pohybu.

Prídavná optická rozširujúca súprava (kód OEK)

Vernierova prídavná optická rozširujúca súprava je rozšírením Vernierovho dynamického vozíčkového systému alebo Vernierovho dynamického vozíčkového systému s optickým kódovaním na optické experimenty.



Sada zmiešavania farieb (kód CM-OEK)

Vernierova sada zmiešavania farieb pozostáva z osvetľovacej jednotky s tromi farebnými LED zdrojmi osvetlenia, napájania, šošovky a dvojstranného tienidla. Pomocou tejto sady môžete robiť experimenty s aditívnym a subtraktívnym miešaním farieb. Osvetľovacia jednotka umožňuje plynulo meniť intenzitu červených, modrých a zelených LED.



Súprava pre difrakciu (kód OEK)

Umožňuje mapovanie intenzity osvetlenia podľa polohy, používa sa na difrakčné experimenty so štrbinami rôznych tvarov.

Záruka

Záručné podmienky na území Slovenska sa riadia podmienkami vydanými distribútorom výrobkov Vernier na Slovensku, ktoré sú súčasťou dodávky výrobku, a ostatnými platnými zákonmi. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na bežné opotrebovanie a spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje. Vylúčenie zo záruky: Záruka predpokladá normálne používanie výrobku v súlade s jeho návodom na použitie za bežných laboratórnych podmienok. Pod záruku nespadá nesprávne použitie výrobku, jeho poškodenie vonkajšími vplyvmi, zmena jeho konštrukcie užívateľom a podobné udalosti. Záruka sa tiež nevzťahuje na spotrebný materiál, ak takýto materiál výrobok obsahuje.



Uvedený symbol znamená, že použité elektrické alebo elektronické zariadenie a batérie sa nesmú miešať s bežným domovým odpadom.

Vernier Software & Technology
13979 SW Millikan Way
Beaverton, OR 97005-2886
www.vernier.com

Slovensko: PMS Delta s,r,o,
Fándlyho 1
07101 Michalovce
www.pmsdelta.sk



Preklad: Peter Spišák, 2016

Rev. 5. 1. 2016

Logger Pro, Vernier LabQuest a iné, tu uvedené značky, sú v Spojených štátoch našimi ochrannými známkami alebo registrovanými ochrannými známkami.

Všetky ostatné tu uvedené značky, ktoré nie sú našim vlastníctvom, sú majetkom svojich vlastníkov, ktorí môžu alebo nemusia s nami súvisieť, byť s nami v spojení alebo byť nami sponzorovaní.