

Optická závora

Objednávkový kód VPG-BTD

Optickou závoru je možné použít při provádění rozličných fyzikálních experimentů zejména z oblasti kinematiky. Můžete studovat například pohyb kyvadla, volný pád či impuls síly. Několik návrhů na experimenty je uvedeno na konci tohoto manuálu.

Automatické rozpoznání: Tento senzor podporuje automatické rozpoznání. Při použití s rozhraními LabQuest, LabQuest Mini, LabPro, Sensor DAQ je senzor po připojení automaticky rozpoznán a software použije předdefinované parametry k nastavení experimentu. (Tato funkce není podporována při použití programů starších než Logger Pro 3 a při použití LabPro OS starších než verze 6.26.) S rozhraním ULI je nutno použít verzi senzoru VPG-DG.

Použití výrobku: Výrobek je určen pro vzdělávací účely. Nemusí být vhodný pro průmyslové, lékařské, výzkumné nebo komerční použití.



Poznámka: Tento senzor podporuje automatické rozpoznání. Při použití s rozhraními LabQuest, LabPro a Sensor DAQ je senzor po připojení automaticky rozpoznán a software použije předdefinované parametry k nastavení experimentu. Tato funkce není podporována při použití programů starších než Logger Pro 3 a při použití LabPro OS starších než verze 6.26.

Poznámka: Tento výrobek je určen pro vzdělávací účely. Nemusí být vhodný pro průmyslové, lékařské, výzkumné nebo komerční použití.

Technická specifikace

Napájení	5 V stejnosměrného napětí při proudu 40 mA
Zdroj infračerveného záření	Maximum při vlnové délce 880 nm

Pro neblokovanou závoru dioda nesvítí.

Pro blokovanou závoru dioda svítí.

Princip činnosti optické závory

Optická závora Vernier obsahuje dva různé detektory záření:

1) Ve **vnitřním režimu** dopadá úzký infračervený paprsek na rychlý infračervený detektor.

2) Ve **vnějším režimu** je používán rychlý detektor viditelného světla, který je umístěn na konci dutiny na vnějším rohu závory a reaguje na přítomnost laserového paprsku. (Protože se jedná o detektor viditelného světla, reaguje i na silné osvětlení, které není způsobeno laserem – blízké žárovky, zářivky apod. Přítomnosti těchto blízkých zdrojů je třeba se při měření vyvarovat.) Více viz *Pracovní režimy optické závory*.

Připojení optické závory

Pro připojení optické závory k rozhraní použijte kabel dodávaný spolu se závorou. Černý konec kabelu (klasická telefonní koncovka) připojte k černé zdířce (klasická telefonní zdířka) na rameni optické závory. Druhou, bílou koncovku kabelu připojte k digitálnímu vstupu rozhraní (obrázek 1). Pomocí červené LED můžete ve vnitřním režimu ověřit správnost vašeho zapojení – funguje-li závora tak, jak má, dioda se při přerušení infračerveného paprsku mezi rameny rozsvítí.



Obrázek 1: Vlevo připojení příslušného kabelu k optické závoře, vpravo k rozhraní LabQuest

Pracovní režimy optické závory

Optická závora Vernier může být používána ve dvou režimech. K přepínání mezi režimy slouží mechanická clona (obrázek 2), umístěná na vnitřní straně jednoho z ramen závory.

- **Vnitřní režim** (clona je otevřená): V tomto režimu pracujete s předměty pohybujícími se mezi rameny závory. LED se rozsvítí v případě, že je paprsek mezi rameny závory přerušen vložení nebo průchodem zkoumaného předmětu.
- **Vnější režim** (clona je uzavřená): V tomto režimu pracujete s předměty pohybujícími se mimo ramena závory. Tento režim vyžaduje použití závory spolu s laserem, který není dodáván. (Pro získání dobrých výsledků lze doporučit klasické laserové ukazovátko třídy 3a s výkonem menším než 5 mW.) Při přepnutí



Obrázek 2: Mechanická clona



Obrázek 3: Dutina s detektorem viditelného světla

do tohoto režimu se LED nejdříve rozsvítí. Nastavte laser tak, aby jeho paprsek vstupoval do dutiny s detektorem, kterou naleznete na jednom z vnějších rohů závory (obrázek 3). Pokud LED zhasne, je vaše závora připravena k měření. LED se opět rozsvěčí, je-li laserový paprsek mezi svým zdrojem a dutinou s detektorem přerušen. Dráha paprsku nemusí být přímá – můžete použít zrcadla pro vytvoření složitější soustavy.

Bezpečnostní poznámka: Zabraňte očnímu kontaktu s laserovým paprskem! Dbejte výstrahy uváděné výrobcem laseru!

Řetězové uspořádání (obrázek 4)

Optickou závoru Vernier můžete připojit přímo k rozhraní, nebo do řetězového uspořádání následujícím způsobem: Připojte jednu závoru k rozhraní a poté připojte další závoru vždy k předcházející pomocí bílé BTD zdičky umístěné na rameni senzoru. Takto mohou být k jedinému vstupu rozhraní LabPro nebo LabQuest současně připojeny až čtyři optické závory. (Vzájemné propojení závor vyžaduje použití kabelu z modelu VPG-BTD – pokud jste si kvůli kompatibilitě s vaším rozhraním poříдили model VPG-DG, je třeba dokoupit další kabel.)

Pokud jsou optické závory řetězově spojené, software není schopen rozpoznat, která z nich byla zablokována. Proto je vhodné používat toto uspořádání pouze pro experimenty, ve kterých znáte pořadí, v jakém bude předmět jednotlivými branami procházet. V jiných experimentech (typicky s více objekty současně) je potřeba zapojit každou optickou závoru k rozhraní zvlášť, protože časové intervaly blokování závor se mohou překrývat.

Režim Puls můžete použít, jsou-li od sebe závory rovnoměrně vzdáleny. V takovém případě zadejte do vašeho programu vzdálenost mezi závorami. Z rozdílu časů zablokování jednotlivých závor pak software určí polohu, rychlost a zrychlení objektu, který závorami prochází.



Obrázek 4: Řetězové zapojení dvou optických závor

Doporučené příslušenství

Spolu s optickou závorou jsou dodávány tyto doplňky:

- **Kabel** pro připojení k výše uvedeným rozhraním.
- **Přídavná kovová tyčka**, kterou můžete k senzoru připevnit pomocí závitu na vnějším rameni závory (obrázek 5). Slouží například k upevnění kladky do laboratorního stojanu nebo ke spojení závory a kladky s nízkým třením.

Dále doporučujeme zakoupit následující příslušenství:

- Pro pokusy s využitím vnitřního režimu závory:
 - **Kladka s nízkým třením** (obj. kód SPA, dále viz *Využití optické závory s kladkou*).
 - **Velké rastrované pravítko** vhodné pro měření gravitačního zrychlení (obj. kód PF).
- Pro pokusy s využitím vnějšího režimu závory:
 - **Laserové ukazovátko** (obj. kód LASER).
 - **Stojan pro laserové ukazovátko** (obj. kód STAND) – slouží k bezpečnému a stabilnímu upevnění laseru, a to i k nepravidelným, zaobleným podložkám či zábradlím.



Obrázek 5: Připevnění přídavné kovové tyčky k optické závoři

Využití optické závory s kladkou

Kladku Ultra Pulley s nízkým třením (objednávkový kód SPA) lze k optické závoři připojit pomocí přídavné kovové tyčky, dodávané se závorou. Vsuněte tyčku do kruhového otvoru uprostřed brány a umístěte kladku tak, aby mohla být k tyčce přišroubována (ve vnitřním režimu). Začne-li se kladka otáčet, přerušují paprsky infračervený signál závory a podle toho můžeme sledovat například rychlost otáčení. Tímto způsobem můžeme studovat například pohyb soustavy těles zavěšených na kladce (Atwoodův padostroj).

Upozornění: V důsledku geometricky komplikovaného řešení optických závor dochází při měření ke zkreslení: Délka předmětu, procházejícího závorou, je vyhodnocena jako nepatrně kratší, než je skutečná délka.

Záruka: Společnost Vernier zaručuje, že tento výrobek zůstane bez vady na materiálu a provedení po dobu pěti let od doručení zákazníkovi. Tato záruka se nevztahuje na poškození výrobku způsobená hrubým zacházením a nevhodným použitím.

Návrhy experimentů

- **Průchod předmětu optickou závorou (režim Závora)**
Znáte-li délku předmětu procházejícího optickou závorou, můžete určit jeho rychlost. Připojte závoru k rozhraní a zvolte *Režim - Režim optické závory - Závora*. Zadejte délku předmětu v metrech a potvrďte OK. Když nyní spustíte měření a necháte procházet předmět závorou (ve vnitřním nebo vnějším režimu), bude rozhraní zobrazovat dobu zablokování závory a určí rychlost procházejícího předmětu. Tento nástroj může být vhodný například při studiu pádu nebo zjišťování rychlosti předmětu při určování kinetické energie apod.
- **Průchod předmětu dvěma závorami (režim Puls)**
Při použití dvou závor umístěných ve známé vzdálenosti můžete určit průměrnou rychlost předmětu na dráze mezi závorami. Připojte k rozhraní dvě optické závory dle obrázku 4 a zvolte *Režim - Režim optické závory - Puls*. Zadejte vzdálenost mezi závorami v metrech a potvrďte OK. Když nyní spustíte

měření a necháte procházet předmět postupně oběma závorami (ve vnitřním nebo vnějším režimu), bude rozhraní zobrazovat dobu zablokování závory a určí rychlost procházejícího předmětu. Tento nástroj je vhodné používat pro přibližně rovnoměrné pohyby (pokud neumístíte závory velmi blízko sebe) a dále v případech, kdy je obtížné stanovit délku předmětu nutnou k určení rychlosti pomocí jediné závory (viz výše) - např. u kulatých předmětů.

- **Kyvadlo**

Připojte závoru k rozhraní a zvolte *Režim - Režim optické závory - Kyvadlo*. Nastavte kyvadlo tak, aby jeho závaží procházelo mezi rameny závory. Když nyní necháte předmět kývat a spustíte měření, bude rozhraní zobrazovat graf závislosti periody kmitů na čase.

- **Jen tak maličko si povyskočit**

Napadlo vás někdy změřit, na jak dlouho se ocitnete ve vzduchu při pořádném výskoku? Využijte k tomu vnější režim závory. Položte ji na zem tak, aby vaše nohy před výskokem i po něm přerušovaly laserový paprsek, vstupující do detektoru závory. Změřený čas, po který bude paprsek nepřerušen, určuje dobu výskoku.

- **Impuls síly**

Podobně lze při opakovaných výskocích určit, jak dlouho trvá odraz mezi dvěma výskoky, tentokrát to bude čas, po který je paprsek přerušen. Použijte navíc plošný siloměr (objednávkový kód FP-BTA) k určení síly, jakou působíte při dopadu a odrazu. Hodnoty síly a času využijte ke spočtení impulsu síly.

- **Volný pád**

Změřte zrychlení volného pádu velkého rastrovaného pravítka (objednávkový kód PF). Připojte závoru k rozhraní a zvolte *Režim - Režim optické závory - Pohyb - Pravítko s černobílými plochami*. Spusťte měření a nechte rastrované pravítko padat tak, aby při pádu přerušovalo paprsek závory. Hodnoty zrychlení naleznete po skončení měření v záložce *Soubor - Tabulka*. Proveďte toto měření v obou režimech závory. Shodují se výsledky, získané těmito dvěma metodami?