

Název veřejné
zakázky:

Dodávka přístrojů a sestav pro laboratorní výuku fyziky

I. Odůvodnění vymezení technických podmínek podle § 156 odst. 1 písm. c) ZVZ

Technická podmínka:

Odůvodnění

1) Měření vln na vinuté
pružině

Vinutá pružina je jedním koncem připojena na zdroj mechanických kmitů, druhým koncem je pevně ukotvena. Pro různé frekvence se měří vlnová délka vybuzených stojatých vln. Ze získaných dat se pak počítá fázová rychlost šíření vlny. Dále lze studovat závislost fázové rychlosti na napětí pružiny. K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Ze zkušenosti víme, že studenti si velmi obtížně představují a ujasňují pojmy týkající se podstaty vlnění. Toto zařízení má umožnit studentům přímo vidět podélnou vlnu v hmotném prostředí a studovat charakteristiky vlny jako je vlnová délka, fázová rychlost, grupová rychlost, vlnová rovnice, harmonická vlna. K tomu je velmi vhodná vlna, která se šíří po napjaté pružině a po odrazu a superpozici s původní vlnou vytvoří stojatou vlnu. Aby bylo možno měnit vlnovou délku a tak měnit naměřené hodnoty jednotlivým studentům, musí být možnost měnit frekvenci mechanického budiče.

2) Měření vln na struně

Struna (pružný provaz) je jedním koncem připojena na zdroj mechanických kmitů, druhým koncem je pevně ukotvena. Pro různé frekvence se měří vlnová délka vybuzených stojatých vln. Ze získaných dat se pak počítá fázová rychlost šíření vlny. Dále lze studovat závislost fázové rychlosti na napětí struny (provazu). K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Ze zkušenosti víme, že studenti si velmi obtížně představují a ujasňují pojmy týkající se podstaty vlnění. Toto zařízení má umožnit studentům přímo vidět příčnou vlnu v hmotném prostředí a studovat charakteristiky vlny jako je vlnová délka, fázová rychlost, grupová rychlost, vlnová rovnice, harmonická vlna. Domníváme se, že k tomu je velmi vhodná vlna, která se šíří po napjaté struně a po odrazu a superpozici s původní vlnou vytvoří stojatou vlnu. Aby bylo možno měnit vlnovou délku a tak měnit naměřené hodnoty jednotlivým studentům, musí být možnost měnit frekvenci mechanického budiče.

3) Měření momentu
setrvačnosti 1

Úloha měří moment setrvačnosti několika různých těles. Na těleso je vyvinut moment síly pomocí kladky a závaží a následně je na počítači zaznamenáván úhel otočení tělesa v závislosti na čase a vypočítána úhlová rychlost. Z dat se pak vypočte moment setrvačnosti daného tělesa. Počítač je součástí dodávky.

K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení umožní studentům přímo pozorovat jak spolu souvisí úhlová rychlost, moment síly a moment setrvačnosti přímým měřením těchto veličin v čase. Děje jsou poměrně rychlé, proto je pro měření nutný počítač. Dále umožní úloha vyzkoušet, jak závisí moment setrvačnosti tělesa na rozložení hmoty kolem osy otáčení - proto několik různých těles.

4) Měření momentu setrvačnosti 2

Úloha měří moment setrvačnosti několika různých těles pomocí rotačního kmitavého pohybu. Těleso je spojeno se zkrutnou pružinou známých parametrů, čímž je vytvořen téměř netlumený oscilátor. Po změření periody oscilací lze pak vypočítat moment setrvačnosti daného tělesa. K dispozici je sada těles, některá tělesa je možno umístit v různé vzdálenosti od osy. Perioda kmitání se vyhodnotí elektronicky snímačem a digitálním čítačem nebo na počítači (počítač není součástí dodávky).

K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení ukáže studentům zajímavou možnost nepřímého měření momentu setrvačnosti a umožní jim zároveň studovat mechanický tlumený oscilátor, což je látka probíraná na přednáškách. Dále umožní úloha vyzkoušet, jak závisí moment setrvačnosti tělesa na rozložení hmoty kolem osy otáčení a ověřit tak Steinerovu větu. Proto několik různých těles a možnost umístění hmoty v různé vzdálenosti od osy otáčení.

5) Přesný optický systém

Sada umožňuje měření a zkoumání zákonů geometrické optiky (ohniskovou vzdálenost konkávní a konvexní čočky, atd.) a sestavení základních optických přístrojů (mikroskop, Keplerův a Galieův dalekohled, diaprojektor). Optické prvky jsou v odolných držácích, jež jsou umístěny na optické lavici.

Odůvodnění:

Pro kvantitativní měření v paprskové optice je nutná pevná základna - optická lavice, na níž jsou jednotlivé optické prvky (čočky, hranoly, zrcadla, projekční plocha) pevně fixovány, ovšem s možností jemného nastavení. Úloha prakticky doplní učivo z optiky probírané na přednáškách.

6) Spektrometr pro zkoumání spekter plynů a pevných látek

Kompletní spektrometr pro oblast spektra alespoň 360 až 940 nm, vybavený optickým vláknem na vstupu, optickou mřížkou a CCD prvkem a potřebným softwarem. PC notebook je součástí dodávky. Součástí úlohy je také Balmerova lampa + 2 náhradní výbojky (tedy celkem 3 výbojky + zdroj) a dvě Rowlandovy optické mřížky 600 lines/mm.

Odůvodnění:

Úloha umožní demonstrovat rychle a názorně diskrétní spektrum zářících plynů (zejména vodíku), spektrum různých zdrojů světla, funkci optické mřížky a funkci speciální vodíkové výbojky Balmerovy. Předpokládaná doba života výbojky je cca 5 let, celková životnost úlohy je počítána na 15 let, proto 2 náhradní výbojky. Výbojky pro jiné plyny již vlastníme.

7) Aparatura pro měření tepelné vodivosti

Úloha umožňuje studentům pozorovat a změřit tepelný tok materiálem, jenž je vystaven konstantnímu teplotnímu spádu. K dispozici je několik různých tepelně vodivých materiálů ve formě destičky. Teplotní spád je zajištěn na jedné straně vroucí vodou, párou (100 °C) nebo žárovkou a na straně druhé ledem (0 °C) nebo jinak (vzduchem).

K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení umožní studentům studovat tepelnou vodivost látek.

Materiál musí mít tvar destičky, aby bylo možno snadno vyrábět vzorky z různých (stavebních) materiálů a měřit jejich tepelně-izolační vlastnosti. Led a pára zajišťují konstantní teplotu na obou stranách destičky. Pokud se na ohřev použije žárovka, musí být zajištěno také měření teploty, což je složitější.

8) Aparatura pro měření a demonstraci vlnění

Přístroj je určen k proměření základních vlastností mechanických vln. Umožňuje ověření vztahu mezi fázovou rychlostí, vlnovou délkou a frekvencí. Je složen z velkého množství vázaných oscilátorů ve formě kyvadel. Ta jsou na konci opatřena výraznou barvou. Přístroj umožňuje realizovat odraz vlny na rozhraní dvou prostředí. Buzení je realizováno elektronicky, měření také, nebo ručními stopkami.

K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Ze zkušenosti víme, že studenti si velmi obtížně představují a ujasňují pojmy týkající se podstaty vlnění. Toto zařízení má umožnit studentům přímo vidět příčnou vlnu v hmotném prostředí a studovat charakteristiky vlny jako je vlnová délka, fázová rychlost, grupová rychlost, vlnová rovnice, harmonická vlna, odraz na rozhraní, apod. K tomu je velmi vhodná vlna, která se šíří systémem vzájemně vázaných kyvadel. Rychlost vlny a frekvence kmitání jednotlivých oscilátorků je dostatečně pomalá, takže je možno přímo pozorovat vlnu za chodu, což v jiných systémech (např. zvuk, světlo, struna) není možné. Aby bylo možno budit harmonickou vlnu pravidelně a bez poruch, musí být možnost strojového buzení vlny.

9) Přístroj pro demonstraci vlnění

Přístroj je určen k demonstraci základních vlastností mechanických vln. Je složen z velkého množství vázaných oscilátorů ve formě kyvadel. Ta jsou na konci opatřena výraznou barvou. Délka přístroje musí být alespoň 2 metry. Přístroj umožňuje demonstrovat odraz a přestup vlny na rozhraní dvou prostředí a dále impedanční přízpusobení.

K zařízení je k dispozici manuál - návod na správné provedení demonstrace.

Odůvodnění:

Zde platí totéž co bylo řečeno u předchozí podmínky, s tím, že zařízení je určeno k demonstraci na přednáškách (nikoli k měření) a není proto třeba strojového buzení ani elektronického vyhodnocení. Musí být ale možnost demonstrovat impedanční přízpusobení při přechodu z jednoho prostředí (jedna délka kyvadélek) do jiného (jiná délka kyvadélek), což je většinou realizováno úsekem s proměnlivou délkou kyvadélek. Délka 2 m je nutná pro použití ve velkých posluchárnách.

10) Zákony ideálního plynu

V experimentu jsou současně měřeny teplota, objem a tlak plynu a je ukázáno, že spolu souvisí podle stavové rovnice ideálního plynu. Je možno také prověřit tři speciální případy: Gay-Lussacův zákon (konstantní tlak), Boyleův zákon (konstantní teplota), Amontonův zákon (konstantní objem). Měření musí být prováděno pomocí počítače. Počítač je součástí dodávky. K zařízení musí být k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení umožní studentům studovat zákony ideálního plynu - stavovou rovnici plynu prakticky, Gay-Lussacův zákon, Boyleův zákon a Amontonův zákon. Problematika je standardně probírána v termodynamice. Počítač je důležitý pro vyhodnocení a zobrazení velkého počtu nasnímaných stavů plynu.

11) Zákony srážek (elastické a neelastické srážky)

Měří se rychlosti dvou pohybujících se vozíků-kluzáků před a po vzájemné srážce. Srážky jsou volitelně pružné i nepružné. Vozíky se pohybují po vedení bez tření na vzduchovém polštáři, lze u nich měnit hmotnost v několika stupních, startovací vozík je vypuštěn s definovanou rychlostí. Měření rychlostí a zpracování je provedeno pomocí počítače. Počítač je součástí dodávky.

K zařízení musí být k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení umožní studentům studovat zákon zachování hybnosti, zákon zachování energie, přímočarý pohyb, rychlost a ztráty energie při pružné a nepružné srážce. Jedná se o základní důležité zákony mechaniky, které studenti často opomíjejí a nemohou si je ověřit prakticky. Pohyb po vzduchovém polštáři je nutný pro odstranění tření, které je v běžném životě všudypřítomné a zdánlivě vyvrací platnost těchto zákonů. Počítač je nutný pro měření rychlostí testovacích vozíků a pro zobrazení naměřených dat.

12) Buzený tlumený oscilátor

Sestava se skládá z buzeného tlumeného mechanického oscilátoru s pružinou, počítače pro zaznamenávání amplitudy oscilací v závislosti na budicí frekvenci pro různé velikosti tlumení. Úlohu je také možno jednoduše upravit pro zkoumání chaotických kmitů tím, že se lineární oscilátor upraví na nelineární. Počítač je součástí dodávky.

K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení umožní studentům studovat rezonanční křivku tlumeného lineárního oscilátoru a periodu kmitů, jako doplnění látky probírané na přednáškách. Také ale umožní demonstrovat chaotické chování nelineárních oscilátorů, což se již běžně nepřednáší. Kmitání je poměrně rychlé a dat je mnoho, proto musí být pro získávání dat a zobrazení použit počítač.

13) Impulz síly

Sestava umožňuje měřit impulz síly (časový integrál) působící na rozjetý vozík při nárazu. Síla během srážky je zaznamenána a zobrazena v závislosti na čase a vynesena do grafu. Integrací podle času je vypočten impulz síly a je porovnán se změnou hybnosti vozíku. Změna hybnosti je určena měřením

rychlosti před a po srážce. Náraz může být realizován buď jako pružný nebo jako nepružný. Veškeré měření a vyhodnocení je prováděno pomocí počítače. Počítač je součástí dodávky.

K zařízení musí být k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení umožní studentům studovat impuls síly, změnu hybnosti tělesa při působení síly a různé tvary časové závislosti síly podle typu srážky. Impuls síly se probírá v základních kurzech fyziky a studenti jej často při přípravě opomíjí. Děje jsou rychlé, dat je velké množství, proto musí být pro zaznamenávání použit počítač.

14) Charakteristika a účinnost PEM palivového článku a elektrolyzéro

Úloha obsahuje PEM (Proton-Exchange-Membrane) elektrolyzér a PEM palivový článek. Je možno měřit množství vzniklého vodíku a kyslíku (pomocí tzv. „gasometru“) a volt-ampérovou charakteristiku elektrolyzéro. Dále se v úloze měří volt-ampérová charakteristika palivového článku. Ze získaných dat je pak možno stanovit energetickou účinnost jednotlivých komponent řetězce. Měření se provádí na počítači, který je součástí dodávky. K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení pomůže studentům studovat elektrolyzu, polarizaci elektrod, rozkladné napětí, galvanický článek, Faradayův zákon a palivový článek. Vodíkové palivové články jsou v současné době aktuální téma a úloha tak doplňuje přednášky oboru Aplikovaná fyzika a fyzikální inženýrství.

15) Měření tepelného záření těles, Stefan-Boltzmannův zákon

Úloha umožňuje měřit celkovou energii emitovaného záření v závislosti na teplotě emitujícího „šedého“ tělesa a ověřit platnost Stefan-Boltzmannova zákona při nízkých i vysokých teplotách (vysokých pomocí Stefan-Boltzmannovy lampy). K dispozici je několik různých druhů povrchů tělesa (pro nízké teploty), takže je navíc možno zkoumat vliv emisivity povrchu. Dále umožňuje ověřit „inverse square law“ (závislost intenzity na převrácené druhé mocnině vzdálenosti) pro emitované záření.

K zařízení je k dispozici manuál - návod na vyhodnocení měření.

Odůvodnění:

Zařízení umožní studentům prakticky studovat Stefan-Boltzmannův zákon, tepelné vyzářování tělesa v závislosti na jeho povrchu a zákon závislosti intenzity záření na převrácené druhé mocnině vzdálenosti.

16) Sada pro demonstraci paprskové optiky velká

Sada obsahuje zdroj alespoň pěti rovnoběžných paprsků bílého světla, tabuli a optické prvky, které lze magneticky přichytit k tabuli. Optické prvky mají velikost (účinnou plochu) alespoň 18 cm a obsahují: čočky, hemisférická tělesa, rovinné zrcadlo, konkávní zrcadlo, konvexní zrcadlo, obdélníkový blok s rovnoběžnými stěnami, hranoly, světlovod (wave guide) a barevné filtry. K sadě je k dispozici manuál - návod na provádění a interpretaci experimentů

Odůvodnění:

Vyučující potřebuje vhodnou sadu s dostatečným počtem různých optických

prvků pro demonstraci paprskové optiky na přednáškách pro studenty programů Aplikované vědy a informatika.

17) Měření susceptibilitu paramagnetických a diamagnetických látek pomocí přesné váhy

V úloze se měří silové působení magnetického pole na malý vzorek zkoušeného materiálu. Síla se počítá z rozdílu váhy vzorku před a po vypnutí magnetického pole. Elektromagnet, vzorky a elektrický zdroj nejsou součástí dodávky. Dodávka je tvořena pouze přesnou digitální analytickou váhou s rozlišením 0,01 mg. Váživost alespoň 40 g.

Odůvodnění:

Síla působící na vzorek v magnetickém poli je velmi malá (tisíciny gramu). Pro zajištění dostatečné přesnosti měření je nutné alespoň 100krát větší rozlišení.

18) Měření rezistivity na vrstvách s velmi malou vodivostí

Úloha měří rezistivitu málo vodivých polovodičů a jiných málo vodivých materiálů ve formě tenké vrstvy Van der Pauwovou metodou. Kontaktovací přípravek není součástí dodávky. Součástí dodávky jsou dva citlivé elektrometry a jeden stabilní zdroj velmi malých proudů.

Elektrometry musí splňovat tyto parametry: měření napětí do 200 V alespoň ve třech rozsazích s přesností $<1\%$, vstupní impedance větší než 200 Teraohmu, provoz v guarded módu (plovoucí stínění), měření proudů v rozahu 1 pA až 20 mA s přesností $<1\%$

Zdroj proudu musí splňovat tyto parametry: rozsah nastavení proudu od 0,1 pA do 100 mA v alespoň osmi rozsazích s přesností lepší než 1% (z rozsahu), provoz v guarded módu (plovoucí stínění) pro minimalizaci časové konstanty ustálení proudu.

Součástí dodávky jsou také nízkošumové koaxiální kabely k přístrojům a GPIB karta pro řízení přístrojů z PC a propojovací kabely.

Odůvodnění:

Snahou je seznámit studenty s metodikou měření extrémě malých vodivostí (odpory řádově stovky gigaohmů). Za těchto podmínek je již nutno použít stabilizované zdroje extrémě malých proudů a elektrometry s velmi vysokým vstupním odporem. Uspořádání již musí být dokonale stíněno a musí být použita technika plovoucího stínění (guarding) aby byla zmenšena na rozumnou mez časová konstanta ustálení měřené hodnoty. Tato měření se také stále více uplatňují v oblasti nanotechnologií, kde je potřeba pracovat s velmi malými proudy (zamezení zničení měřeného objektu).

19) Sestava pro demonstraci a měření charakteristiky doutnavého výboje

Zařízení umožňuje vyčerpání skleněnou trubicí na nízký tlak a zapálení v ní doutnavý výboj pomocí zdroje vysokého napětí. Musí tedy obsahovat: skleněnou výbojovou trubicí (celkem 3 kusy – dvě rezervní), potřebné armatury (ventil pro uzavření, pro napuštění vzduchu nebo plynu), dvoustupňovou rotační olejovou vývěvu, zdroj vysokého napětí, elektrody.

Odůvodnění:

Zařízení bude využíváno pro měření studentů i pro demonstraci výbojů v plynech o nízkém tlaku na přednáškách z fyziky plazmatu. Musí tedy umožnit vyčerpání vzduchu vývěvou na požadovaný tlak (1 až 1000 Pa). Pro zapálení dlouhého doutnavého výboje v trubicí je potřeba napájecí zdroj s vysokým

napětím (alespoň 5 kV) a s omezením proudu asi na 2 mA, aby nedošlo k přechodu do obloukového režimu. Další možné využití bude při propagačních akcích pracoviště. Výbojová trubice je součástka křehká, proto požadujeme dvě náhradní.

Sestava umožňuje zkoumat design katodové trubice (osciloskopické obrazovky) a umožňuje měřit a pozorovat změnu dráhy elektronů v elektrostatickém a magnetickém poli. K sestavě musí být 2 náhradní obrazovky a 3 sady kabelů.

20) Školní osciloskop

Odůvodnění:

Sestavu budou využívat studenti ve fyzikálním praktiku pro měření poměru náboje a hmotnosti elektronu. Úloha umožní předvést studentům Lorentzovu sílu, která působí na elektron v elektrickém a magnetickém poli. Obrazovka je součástka poruchová a křehká, proto požadujeme dvě náhradní.