

Práce v laboratoři

1. Základní ustanovení

1. Fyzikální praktikum v laboratoři je obvykle hodnoceno jako samostatný předmět klasifikovaným zápočtem, nebo je součástí předmětu "Fyzika" jako cvičení. Hodnocení pak ovlivňuje výslednou známku z tohoto předmětu. Hodnocena je příprava na každou proměřovanou úlohu včetně teoretických znalostí, konkrétní práce v laboratoři a úroveň zápisu - protokolu o měření. Průběžně je sledována a hodnocena znalost teorie měření, zpracování výsledků, teorie chyb apod.
2. Laboratorní úlohy jsou vybrány tak, aby doplnily konkrétní demonstraci a experimentem přednesenou látku z fyziky, dále aby se procvičila teorie měření, zpracování a grafické vyjádření naměřených závislostí a aby se posluchači seznámili s měřicími přístroji a aparaturami, používanými pro měření v technické praxi.
3. V laboratoři jsou všichni posluchači povinni dodržovat pokyny, které jim byly oznámeny při úvodu do laboratoří (1. týden výuky) a dbát důsledně na zachování a dodržování bezpečnosti práce. Každý, kdo v laboratoři pracuje, musí být před zahájením práce seznámen s bezpečnostními pokyny, což stvrzuje svým podpisem. stává se tak z právního hlediska alespoň osobou poučenou, není-li držitelem vyšší kvalifikace, např. osoba znalá.
4. Účast na praktiku je v rámci výuky povinná. Každý posluchač je v daném semestru povinen absolvovat předepsaný počet úloh. Nemůže-li se z vážných důvodů dostavit, musí se předem omluvit. Dodatečné omluvy budou uznány jen výjimečně (písemným potvrzením doložená nemoc apod.). I v těchto případech si však musí posluchač zameškané úlohy doplnit po dohodě s učitelem během semestru, a to co nejdříve po absenci.
5. Kromě znalostí z obecné teorie měření (úvodní kapitoly ve skriptech), která je probírána vždy v úvodu semestru, je nutno, aby se posluchači na měření příslušné úlohy doma předem pečlivě připravili. Pokud nebude některý posluchač připraven, nebude mu měření povoleno. Zjistí-li se opakování zásadní nepřipravenosti, bude posluchač z praktika vyloučen a nebude mu udělen zápočet.
6. Absolvování jedné úlohy v laboratoři předpokládá:

- úspěšnou kontrolu předepsané domácí přípravy
- namátkové přezkoušení z předepsané teorie a znalosti pracovního postupu při měření,
- sestavení měřicího zařízení (uspořádání přístrojů apod.) a svědomité změření předepsaných veličin,
- výpočty požadovaných hodnot včetně chyb měření,
- vypracování čistopisu protokolu o měření včetně požadovaných grafů a zhodnocení měření.

Čistopis protokolu musí být vytištěn na tiskárně (event. napsán na psacím stroji), grafy musí být zpracovány pomocí libovolného grafického procesoru, eventuálně mohou být narýsovány na milimetrovém papíře. Protokol je nutné odevzdat hned na následující výukové hodině.

7. Čistopis protokolu obsahuje:

- vyplněný předtisk razítka (jméno, číslo úlohy apod.) na přední straně obálky protokolu,
- teoretický popis základních problémů měřené úlohy,
- soupis použitých pomůcek,

Výše uvedené části jsou vyžadovány jako součást domácí písemné přípravy. Dále se vyžaduje (na vložených listech po provedeném měření):

- přehledný zápis naměřených hodnot (eventuálně zpracováno tabulkou),
- alespoň naznačení výpočtů (numerické výpočty je možno provádět na kalkulačce),
- výsledky získané měřením a výpočty, **přehledně** uspořádané,
- požadované grafy,
- závěr-porovnání získaných hodnot s tabulkovými hodnotami, zhodnocení získaných výsledků a celého měření dané úlohy.

Jako příloha k čistopisu je vyžadován i koncept se záznamem měření a výpočty, které se prováděly přímo v laboratoři.

8. Pokud protokol není řádně vypracován, je vrácen k opravě. Při nedostatečném hodnocení protokolu nemusí být uznáno absolvování dané úlohy a je pak nutno znovu ji v náhradním termínu proměřit.

9. Opsaný protokol je hodnocen jako hrubě nesprávný se všemi disciplinárními důsledky spáchaného podvodu.
10. Svrchní oděv a případná zavazadla jsou posluchači povinni před příchodem do laboratoří odložit v centrální šatně u vchodu do budovy, nebo přímo v šatně v laboratořích.
11. V laboratořích pracují posluchači ve dvojicích. Protokoly však vypracují a odevzdají každý samostatně. Stejně tak záznam s naměřenými hodnotami musí mít každý svůj.
12. Po příchodu do laboratoří se posluchači po pracovních skupinách (dvojicích) hlásí u vedoucího cvičení, odevzdají mu protokoly z minulého měření, předloží písemnou přípravu a po přezkoušení jsou připraveni k práci na určené úloze k praktickému měření.
13. Převezmou pomůcky a návod pro úlohu, kterou budou měřit. Všechny pomůcky si prohlédnou, zkontrolují je a zjevné zjištěné závady hlásí ihned dozírajícímu učiteli. Práci s pomůckami a přístroji zahájí až po souhlasu učitele (případně instruktáži).
14. Elektrické zdroje je dovoleno připojit vždy jen **po kontrole a pod přímým dohledem učitele**.
15. Při práci je nutno bezpodmínečně dodržovat bezpečnostní předpisy, zachovávat pořádek a čistotu.
16. V laboratoři se musí posluchači chovat ukázněně a **tiše**. Není dovoleno bez důvodu opouštět pracoviště u dané úlohy, kouřit, hlasitě se bavit, jíst apod.
17. Při vlastním měření si posluchači dělají poznámky a výpočty na koncept, který je pak přikládán k čistopisu protokolu.
18. Ukončí-li skupina měření, hlásí to dohlížejícímu učiteli, který zkontroluje stav přístrojů a řádně provedený zápis o měření včetně výpočtů. Převezme vrácené pomůcky a podklady pro měření. Neshledá-li učitel závady, uzná posluchačům prezenci.
19. Každá skupina uvede po měření pracovní místo do pořádku, urovná přístroje, uloží použité vodiče, vymyje, vysuší a uloží použité nádoby a **zasune židle ke stolům**.
20. Škody (rozbité či spálené přístroje apod.), způsobené hrubou nedbalostí, neopatrností a nedodržováním předpisů, musí viníci nahradit obstaráním náhrady za zničené věci, eventuálně jejich zaplacením. Způsob úhrady určí učitel či vedoucí laboratoře.

2. Všeobecné bezpečnostní předpisy

1. Počítejte si při práci tak, abyste neohrožovali zdraví své ani svých spolupracovníků.
2. Upozorněte ihned na každou zjištěnou závadu, která by mohla způsobit úraz.
3. Připojovat elektrické spotřebiče ke zdrojům je dovoleno pouze osobám znalým (vyučující).
4. Do elektrických rozvodů je povolen přístup jen osobám prověřeným.
5. Pracující jsou povinni zúčastnit se instruktáží a školení v zájmu bezpečnosti při práci.
6. Poznávejte nebezpečí své práce a naučte se je včas odstraňovat.
7. Myslete při práci vždy na bezpečnost svého počínání.
8. Povinností každého je vždy dodržovat předpisy požární ochrany, vyskytnuvší se závady odstranit, nebo na ně upozornit požární hlídky nebo vedoucího pracoviště.
9. Všechny elektrické a plynové přístroje před opuštěním pracoviště vypněte.
10. Dodržujte průjezdný a průchodný profil
11. Pomáhejte postiženým úrazem.
12. Poškození nebo zničení hasicího přístroje je trestné.
13. Osobám, které nejsou služebně určeny, je vstup do laboratoří zakázán.
14. Pití alkoholických nápojů na pracovišti, jakož i vstup podnapilým osobám je zakázán.
15. Dodržujte bezpečnostní předpisy platné pro vaše pracoviště!
16. Každý úraz hlase ihned představenému.
17. Je zakázáno skládat jakýkoliv materiál k rozvodnám elektrického zařízení.
18. Kolem elektrického zařízení musí být volné průchodné cesty.
19. Dodržujte pořádek na pracovišti.
20. Opravu zařízení (elektrického apod.) může provádět jen osoba k tomu určená a způsobilá.
21. Nepoškozujte a neodstraňujte ochranné zařízení a pomůcky.
22. Nerozptylujte své spolupracovníky.

3. Praktické pokyny pro měření

O každém měření vedeme podrobný a přehledný zápis (protokol), **který má obsahovat všechny údaje, které mohou mít vliv na výsledek měření**. Především však musí obsahovat všechny hodnoty přímo čtené na měřicích přístrojích a zapsané tak, jak byly skutečně zjištěny. Připojujeme k nim jen stručné výpočty, které nezbytně potřebujeme pro další pokračování měření. V každém případě musí být jasně patrné, které z hodnot byly přímo čteny a u hodnot počítaných musí být zřejmé, z kterých naměřených hodnot byly odvozeny. Zápis je nutno psát pokud možno současně s prováděným měřením nebo ihned po skončení každého jednotlivého úkonu. **Na paměť nelze spoléhat.**

Při fyzikálních měřeních je třeba postupovat podle těchto základních pravidel.

Je-li sledovaná veličina získaná matematickou operací (vztahem) z řady naměřených veličin (např. hustota z hmotnosti a objemu, který je dále vypočítáván z délkových rozměrů), musíme uvážit požadované přesnosti měření jednotlivých parametrů tak, aby všechny byly na stejném stupni. Měříme-li tedy hmotnost na miligramy (tj. 10^{-6} kg, je vhodné měřit rozměry na tisícinu milimetru, tj. 10^{-6} m); třída přesnosti je pak pro všechny veličiny ve výpočtech (např. objem a hustota) 10^{-6} v SI soustavě.

Příprava měření

1. Před měřením se přesvědčíme, zda máme po ruce všechny potřebné přístroje a pomůcky pro zvolenou měřicí metodu, včetně **návodu k úloze**, podle něhož budeme postupovat.
2. Do zápisu (který provádíme čitelně a úpravně) poznamenáváme, jakých přístrojů jsme použili, podrobně popíšeme uspořádání měření, zakreslíme i schéma užitého uspořádání.
3. Zjistíme a zapíšeme všechny podmínky měření a okolnosti, které by mohly mít vliv na výsledek. Zejména datum i hodinu, případně tlak, teplotu, vlhkost vzduchu apod.
4. Pokusíme se co nejvíce omezit nepříznivé okolnosti, případně zjistíme, na které vlivy bude třeba vzít opravu výsledku.
5. Popíšeme podrobně měřené těleso či zkoušenou látku a vyznačíme si postup celého měření.
6. Podle možnosti přezkoušíme (alespoň orientačním) měřením některé známé hodnoty, dává-li užitá zařízení správné výsledky.

Vlastní měření

7. Měření provádíme svědomitě a pečlivě tak, abychom dosáhli co největší jistoty a přesnosti měření. Čtení provádíme s rozvahou a **odhadujeme vždy desetiny nejmenších dílků stupnice, vyznačující u každé hodnoty vždy jednotky**, v nichž měříme. Při nulových metodách kontrolujeme opětovně nulovou polohu přístroje. Měření vždy opakujeme vícekrát (nejméně třikrát, obvykle desetkrát, a liší-li se naměřené hodnoty i vícekrát).

8. Při měření provádíme jen výpočty nutné pro pokračování v měření.

9. Po skončení měření kontrolujeme znovu správnou funkci přístrojů a zaznamenáváme konečné podmínky uvedené pod bodem 3.

Odvození výsledku

10. Výpočty provádíme **jen na tolik míst**, kolik odpovídá **přesnosti měření**; popř. o jedno místo více (zvláště se to týká násobení a dělení). **Na přesnost výsledku má největší vliv údaj nejméně přesný. Při násobení a dělení má výsledek nejvýše tolik platných cifer, kolik má činitel s nejmenším počtem platných cifer.**

11. Určíme nejpravděpodobnější hodnotu výsledku, popř. vyrovnáme měření podle návodu. **V každém případě alespoň odhadneme přesnost výsledku.**

12. Výsledek vyjádříme v příslušných jednotkách a připojíme jeho **pravděpodobnou chybu**, vypočtenou na **jednu, nejvýše na dvě platné cifry**, a výsledek ukončíme **číslicí téhož řádu, kterým končí k němu připojená chyba**. Při pouhém odhadu přesnosti uvádíme jako poslední místo výsledku číslici, do které již předpokládaná chyba nezasahuje (popř. o jedno místo více).

13. Provedeme případné opravy výsledků na vedlejší vlivy poznamenané pod bodem 4.

Ověření výsledků měření

14. Získaný výsledek srovnáme se známými hodnotami experimentálními i teoretickými, popř. užitíme **tabulek**.

15. V případě zřejmého nesouhlasu (kdy rozdíl převyšuje krajní chybu, tj. asi pětinasobnou pravděpodobnou chybu (hledáme nejprve chybu ve výpočtu nebo v omylu při zápisu, pak v nestejných podmínkách měření (či různosti měřených látek).

16. Neobjevíme-li chybu, opakujeme celé měření nezávisle na předešlém. Teprve při opakovaném nesouhlasu hledáme příčinu v metodě apod. Za žádných okolností nepřizpůsobujeme naměřené hodnoty očekávaným výsledkům!