

Zadání experimentální úlohy pro celostátní kolo Fyzikální olympiády 2013

Teplota a teplota

Úvod

Řešení experimentálních úloh vyžaduje nejen znalosti, ale také intuici a odhad. V technické praxi jako je například vývoj nových mechanismů jsme často omezeni ve volbě experimentálních pomůcek, také doba vymezená na řešení problému je zpravidla limitována. Často jsme nuceni v časové tísní najít řešení, které respektuje základní požadavky zadání. Hledání ideálního a přesného řešení je z výše uvedených důvodů nereálné.

Také při řešení následující experimentální úlohy budete výrazně omezeni časovou dotací a výběrem experimentálních pomůcek. Své experimenty budete muset dobře naplánovat a posoudit, které fyzikální jevy jsou pro váš způsob řešení rozhodující, které můžete eliminovat, případně které se rozhodnete zanedbat.

Tři úlohy, které Vám předkládáme, jsou z oblasti kalorimetrie a měření teploty látek. Seznam pomůcek, který máte při řešení každé z úloh k dispozici, je uveden v jejím popisu. Je zřejmé, že vaše experimentální výsledky budou zatíženy chybami. Jejich vyjádření je součástí vypracování zprávy o řešení.

Uvědomte si, že zpráva je sdělením o způsobu řešení, naměřených hodnotách a jejich zpracování, kterou předkládáte jinému člověku. Ze zprávy musí být čitateli zřejmé, jaký byl Váš úkol, jaké úvahy jste pro jeho řešení použili, jak byl uspořádán experiment, jaké výsledky jste obdrželi a jaké závěry jste z nich učinili. Posuzovatel, kterému Vaši zprávu předkládáte, je odborníkem, a není tedy nutno popisovat standardní experimentální vybavení jako je například multimetr nebo teploměr. Mnohem více nás bude při hodnocení zajímat strategie, kterou jste si pro řešení problémů zvolili. Dbejte na čitelnost a srozumitelnost informací, které ve zprávě budete sdělovat.

Zadání

S kalorimetrickou úlohou jste se ve fyzice již setkali. V experimentální úloze většinou předpokládáme, že nedochází k výměně tepla s okolím (zanedbáváme tepelné ztráty). To však v dnešní úloze platit nemusí.

My totiž vůbec nezastíráme, že kalorimetr, který budete mít k dispozici – obyčejný papírový kelímek od Coca Coly – je v tomto ohledu velmi nedokonalý a k výměně tepla mezi jeho obsahem a okolím může docházet. Vaším úkolem bude pokusit se i s tímto reálným zařízením dosáhnout co nejlepších výsledků.

Plastové kelímky se studenou a teplou vodou jsou pro vás připraveny centrálně, kelímky si vyzvednete v okamžiku, který sami uznáte za vhodný. Počet kelímků, které máte při řešení

jednotlivých úloh k dispozici, je omezen a určen v jejich zadáních. Experimenty nebude možno z důvodu limitovaného počtu kelímků opakovat. V každém kelímku je připraveno (100 ± 3) ml vody.

Úkoly:

1. Kalibrujte teplotní čidlo. Teplotní čidlo mění svůj odpor v závislosti na teplotě a oproti teploměru má menší tepelnou kapacitu i rychlejší odezvu – tyto jeho vlastnosti pravděpodobně oceníte v dalším měření. (4 body)
2. V kalorimetru (papírový kelímek od Coca Coly) získejte 300ml vody o teplotě 26°C . Je pro Vás připraven jeden plastový kelímek se 100ml vody o teplotě přibližně 60°C a dále dva plastové kelímky, každý se 100ml vody o teplotě přibližně 20°C . V okamžiku, kdy během experimentu dle vlastního názoru dosáhnete nejlepšího výsledku, přivolejte zdvižením ruky asistenta, který zkontroluje výslednou teplotu a objem vody v kalorimetru. Tolerance teploty je $\pm 0,5^\circ\text{C}$, tolerance objemu je $\pm 10\text{ml}$. Hodnoty mimo interval budou mít vliv na váš bodový zisk (ztráta jednoho bodu na každých $0,5^\circ\text{C}$ nebo 5ml mimo uvedené toleranční pásmo). Navržený postup měření popište a komentujte výsledky. Určete, s jakou přesností jste schopni dosáhnout požadované teploty. Řešení třetího úkolu vám bude povoleno po uzavření experimentální práce na druhém úkolu (kontrola teploty a objemu vody asistentem). (6 bodů)
3. Určete tepelnou kapacitu kovového tělesa. Můžete použít jeden kelímek se 100ml studené vody ($t_s \approx 20^\circ\text{C}$) a jeden kelímek se 100ml teplé vody ($t_H \approx 60^\circ\text{C}$), a samozřejmě také dokonale nedokonalý kelímkový kalorimetr. Chybu měření tepelné kapacity nemusíte určovat přesně, ale pokuste se ji alespoň přibližně odhadnout. (10 bodů)

Teorie chyb

Připomeňme si některá pravidla pro určování chyb nepřímo měřených veličin. Absolutní chybu veličiny značíme symbolem s , relativní chybu symbolem δ .

početní operace	chyba vypočtené veličiny
$y = x_1 \pm x_2$	$s_y = s_{x_1} + s_{x_2}$
$y = x_1 \cdot x_2$	$\delta y = \delta x_1 + \delta x_2$
$y = x_1 / x_2$	$\delta y = \delta x_1 + \delta x_2$
$y = n \cdot x$	$s_y = n \cdot s_x$