

## 9 - Candle in Water – známka úlohy 8,67

### Hodnotitel č. 7 – známka 9

Velmi zdařile vypracovaná úloha jak po stránce teoretického úvodu, tak po stránce praktického měření. V teoretickém úvodu dbejte akorát na to, abyste pokaždé napsali, co přesně znamená jaká veličina. Např. co je  $t$  ve vztahu (2). Hraje v tomto experimentu nějakou roli povrchové napětí na rozhraní vosk-voda-vzduch?

V experimentální části si cením dobře popsaného experimentu, který v principu umožňuje komukoliv vaše měření zopakovat. U tabulky by mě zajímalo, proč máte u závaží menší chybu v hmotnosti než u vosku. Předpokládám, že jste hmotnost měřili na stejných vahách. Opravte si také popis Tabulky 2. Když máte v kapitole 4.3. podmínku  $t \leq 120$  min, předpokládám, že jste měli spíše na mysli opačné znaménko nerovnosti. Uváděné podmínce totiž vyhovují všechna vaše měření. Není mi zřejmé, zda hodnoty uváděné v Tab. 3 byly získány pro svíčky hořící na vzduchu či ve vodě. Chybové úsečky v obrázcích 6, 7, 8 jsou statistického rázu (tj. prováděli jste opakovaná měření s daným typem svíčky) nebo systematické (dané nejistotami v měření daného rozměru)? Čím je způsobeno, že u svíčky 5 cm jsou v obrázku 9 výrazně větší chyby ve srovnání se svíčkou 6 cm dlouhou? Jaké měřidlo jste použili k měření délek? Možná by stálo zato prozkoumat jako parametr i průměr svíčky. Tak dobrý souhlas výsledku měření „hypotetické výšky“ s teorií je zajímavý. Vzhledem k tomu, že píšete, že se část vosku z okraje svíce nad hladinou vody odpařila, bude hmota okraje působit menší tíhovou silou, a tedy bych čekal odchylku vzhledem k teorii. Na straně 15 píšete, že rozdíl je v řádu  $10^5$ , měli jste ale asi na mysli řád  $10^{-2}$  ?

Jazyk práce je dobrý až na překlepy. Pozor také na shodu přísudku a podmětu, když v závěru píšete „jsme se zabývaly“, protože v další větě máte „popsali“.

### Hodnotitel č. 8 – známka 8

**Kritéria bodového hodnocení: teorie max. 4 body, experiment max. 4 body, celkové zpracování max. 2 body.**

Co od úlohy očekávám:

Úloha primárně vychází z Archimédova zákona, dále je třeba uvažovat s posunem těžiště svíčky během odhořívání. Na průběh experimentu má vliv tvar svíčky, zejména poměr výšky ku průměru resp. rozměrům v příčném směru pro svíčky jiného než válcovitého tvaru. Svíčky lze prvotně rozdělit na „tlusté“ a „tenké“. Dále je třeba prozkoumat vliv okolní vody, která způsobuje ochlazování svíčky z vnější strany.

Jako porotce očekávám v představeném řešení provedení experimentů a jejich zdokumentování, dále sestavení minimálně jednoduchého fyzikálního modelu (klidně jen s použitím středoškolské fyziky) plovoucí svíčky. Srovnání modelu a experimentu a určitou analýzu případné neshody.

Úvod s historickými poznámkami k použití svíček je zajímavý, ale pro řešení úlohy nepodstatný.

Teoretická část je obohacena i ne o příliš podstatný rozbor chemického složení svíčky a chemických reakcí hoření. Z této části je podstatné, že většina produktů spalování (s výjimkou malého množství sazí, které plují v roztaveném vosku) ve formě plynu ze svíčky uniká a rozptyluje se v ovzduší. Velmi pěkně je proveden rozbor tzv. „misky“, tj. oblasti v okolí plamene.

Teoretický model založený prakticky pouze na středoškolské fyzice, dle mého názoru, velmi dobře popisuje celý experimentální děj. V prvotním přiblížení není nutné nějaké vyšší matematiky.

V teorii není uvažována velmi tenká svíčka např. tzv. dortová svíčka, kde při uhořívání „miska“ v okolí plamene zahrnuje celý průřez svíčky.

Body za teorii: 3 body

Experimentální část obsahuje podrobný popis prováděných experimentů. Je dobře dokumentovaný vliv okolní vody na velikost „misky“. Z experimentů zdánlivě vyplývající rozpor s teorií (konstantní výška vynořené části svíčky po určité době) je v části diskuse upokojivě vysvětlen a s vysvětlením souhlasím.

Jak již bylo zmíněno, nebyl zkoumán vliv průměru svíčky na průběh experimentu.

Body za experiment 3 body

Předložené řešení vykazuje vysokou úroveň grafického zpracování, včetně logického členění do kapitol a obsahu. Předložené řešení obsahuje citace na literaturu. Snad jen grafy působí poněkud hrubě. Jinak po grafické a stylistické stránce nemám připomínky a hodnotím celkový dojem plným počtem bodů tj. 2.

**Celkem 8 bodů**

## ***Hodnotitel č. 9 – známka 9***

**Máte vynikající strukturu práce a velký rozsah.**

**Jedna z největších nedokonalostí řešení je, že jste používali pouze svíčky jednoho poloměru. Co kdybyste použili tenké svíčky?**

**Název tabulky pravděpodobně nemá být „My caption“.**

**Je dobrý nápad vyzkoušet hoření svíčky, která je držena na dně a díky tomu mít možnost srovnání.**

**Není ovšem jasné, jak jste mohli měřit přesně rozměry roztavené a neroztavené části svíčky bez ovlivnění samotného hoření.**

**Tabulka 3 – rychlost spalování – pokud ji počítáte jako  $\Delta m/t$  a hodnoty a chyby jsou takové, jako udáváte, tak mi vychází**

$$j = (0,0625 \pm 0,0251 \dots) \text{ g} \cdot \text{min}^{-1} \doteq (0,06 \pm 0,03) \text{ g} \cdot \text{min}^{-1}$$

**Netuším, kde jste mohli získat najednou pětkrát nižší chybu. Nehledě na to, že by bylo vhodné měřit hmotnost i čas s větší přesností. Běžně jsou dostupné váhy s přesností na jeden gram – chyba rozdílu dvou hodnot bude max dva gramy. Stejně tak můžete měřit čas s vyšší přesností, pokud budete mít na váze již hořící svíčku.**

**Obrázek 6 – není jasné, proč některé body mají výrazně vyšší nepřesnost, resp. nižší nepřesnost než jiné. U hodnoty pod grafem  $(6 \pm 3)\text{mm}$  by se asi dalo také považovat chybu za nižší – pokud je z grafu 6 či 7a, pak mi přijde, že by odpovídalo od 120 minut a později průměr od pohledu tak  $(7 \pm 1,5)\text{mm}$ , pokud máte správně chybové úsečky.**

U výroku, že není lineární, ale je konstantní, pozor na to, že speciálním případem lineární funkce je funkce konstantní. Takže napsané tak, jak to máte, to působí trochu jako oxymoron, byť je pochopitelné, co tím chcete říci.

Označení hypotetická výška není asi úplně vhodné – možná by bylo vhodnější sledovat třeba výšku spodku svíčky nad podložkou, což je i pozorovatelná veličina a tím pádem byste dostali stejně lineární závislost – jenom posunutou. Ale je dobře, že jste si všimli, že svíčka se zkracuje.

V 6.2 citujete článek [paradox], který není na seznamu.

V 6.3 jste s TeXáním taky trochu pospíchali a nezkontrolovali jste si to.

V Diskuzi či Závěru byste se mohli věnovat i tomu, v jakých případech svíčka přestane hořet.

V referencích vám to trochu přeteklo a začínají čárkou...

Přes uvedené chyby považuji řešení za jedno se dvou nejlepšími. Ale zase přítomnost těchto chyb, které jsou tak nějak evidentní (hlavně otázka výpočtu chyb) mi brání vám dát plný počet bodů.

Obecné připomínky hodnotitele č. 9 ke všem týmům:

*Text všem týmům, na základě nejčastějších chyb u úlohy č. 9. Neměl by odhalit moc konkrétního pro řešení dané úlohy, resp. případně spíše záležitosti, co by tým mohl napadnout v krátkém brainstormingu. Některé chyby jsou spíše formálního typu, a ty nejsou sice vždy tak důležité jako samotné řešení, ale dopouštění se takových chyb kazí dojem z prezentovaného řešení a přicházíte o body.*

Je potřeba, aby vaše řešení mělo jasnou linku. Je vhodné dodržovat pořadí obsahu jako bývá zvykem u vědeckých prací – tedy Úvod, Teorie, Měření/Experiment, Diskuze, Závěr. Není to bezpodmínečně nutné, ale vhodné. Výjimkou může být, pokud chcete například rekonstruovat svůj postup, což může být vhodné v případech, kdy máte více možných příčin daného jevu a snažíte se je postupně eliminovat. Vždy je ale potřeba v závěru stručně shrnout, co jste dosáhli.

Častou chybou jsou nedokonalosti v citacích – je vhodné dodržovat nějakou citační normu a mít více zdrojů.

Dále pro opakovatelnost experimentů je nutné, aby byly dostatečně popsány využitě pomůcky/materiál. To neznamená, že vypíšete, co jste používali za pomůcky pod nadpis pomůcky – to není potřeba. Nutné ale je uvést, o jakou svíčku jde. Pokud čtete text a přečtete si, že jde o svíčku, tak někoho napadne čajová, někoho hřbitovní, někoho dlouhá a tenká. Nejspíše si dokážete představit, že výsledky jsou pak různé. Obdobně můžeme pokračovat. Sice napíšete rozměry svíčky, ale byla z včelího vosku, parafínu, gelu, nebo ještě nějaká jiná?

Častou nedokonalostí je, že se začnete věnovat nějakým parametrům, ale trochu pozapomenete popsat to hlavní – na co se ptala úloha – a to při jakých podmínkách svíčka plave. A tedy je vhodné např. věnovat se primárně parametrům maximalizujícím dobu hoření před zhasnutím svíčky.

Někdy zapomínáte rozepsat jaké označení jste užili pro kterou veličinu. Není to tak nutné u běžného značení, ale i toho je to vhodné. Pokud používáte nestandardní značení či označujete více podobných veličin – např. různé délkové veličiny – tak je nutné to rozepsat či udělat tabulku s použitými veličinami.

Hodně důležité je alespoň se pokusit o kvantitativní řešení a vytvořit takovou teorii, kde má smysl nějaký parametr kvantitativně měřit. Jak můžete vidět z bodového hodnocení, tak některým týmům se to alespoň částečně podařilo, byť tato úloha může na první pohled zaměřením na kvalitativní zdůvodnění.

Ani tým, který získal 10 a 9 bodů nemá řešení dokonalé, ale je vidět, že řešení věnovali mnoho práce a podařilo se jim problém uchopit docela dobře. Důležitější budou ale další kola – tedy ti, co mají vysoký bodový zisk nesmí zahálet a pro ty s nižším ještě není nic ztraceno.