

9 - Candle in Water – známka úlohy 9,67

Hodnotitel č. 7 – známka 9

Velmi oceňuji důkladně provedený teoretický rozbor i praktickou část, kde srovnáváte vaše pozorování s teoretickou předpovědí. U vztahu 3 mi není zřejmé, proč považujete „ponořený“ objem tělesa za neměnný. S tím, jak bude svíčka spalovat vosk, bude spodní podstava svíčky stoupat a ponořený objem se bude měnit. Asi jste spíš měli na mysli, že nahlížíte na svíčku jako na válec, jehož výška se s časem měnit nebude, a dutina vznikající spalováním vosku povede akorát k efektivnímu snižování průměrné hustoty. U grafu 2 máte prohozeno označení hustota 1 a hustota 2. Měli byste uvést, pro jaké hodnoty byl graf 1 a 2 napočítán. Proč si myslíte, že síla povrchového napětí působí ve vztahu (4) kolmo dolů? Mohli byste pro to dodat nějaké argumenty na základě působení povrchových napětí na rozhraní voda-vosk-vzduch? Není mi jasný původ podmínky pod vzorcem (4), kde tvrdíte, že v určitém časovém intervalu je h rovno nule. Toto by stálo za komentář. Dle mého soudu se h rovno nule v čase nula nastaví volbou hmotnosti m_0 , tedy vlastně volbou hmotnosti svíce a závaží.

Když udáváte $R = (3,475 \pm 0,01)\text{cm}$, pak byste měli hodnotu R patřičně zaokrouhlit podle udávané nejistoty tedy $R = (3,48 \pm 0,01)\text{cm}$. Odpovídá graf 3 svíčke hořící ve vodní lázni nebo volně? Myslíte si, že by mohl být rozdíl v hodnotě parametru a mezi oběma případy? U vztahu (6) vysvětlíte, proč předpokládáte lineární závislost. Po dosazení (4) do (6) postrádám některé členy (kam zmizel např. člen obsahující V_0)? Když píšete „*Hodnoty u a w jsme měřili*“, máte na mysli hodnoty v a w ? Ve vašem studiu jamky jste zavedli veličinu s označením v nikoliv u . Které ze dvou svíček odpovídají data v Grafu 5? Vaše zjištění, že poloměr jamky roste s časem, je zajímavé. Pokud vycházím z grafu 1, vidím, že svíčka spotřebovává stále stejné množství paliva. Měla by tedy do okolí dodávat také stále stejné množství tepla a měla by se ustanovit rovnováha. Není mi proto jasné, zda za rostoucí trend v grafu 5 nemohou nějaké změny vnějších podmínek, např. nárůst teploty vodní lázně. Jaká byla ostatně teplota vodní lázně ve vašem experimentu?

Není mi zřejmý váš výrok pod Grafem 6, kde se píše: „*Naopak v pokročilém čase mají obě tyto funkce šikmé asymptoty, pro něž platí, že derivace jejich součtu je rovna \dot{m}* .“ Změna hmotnosti bude přeci úměrná změně objemu parafínu. Objem parafínu, ale není úměrný $r+v$, ale součinu r a v , pokud uvažujeme, že vznikající výduť má tvar válce. Je skvělé, že jste se pokusili nasimulovat přenos tepla numericky. Bylo však užitečné uvést parametry simulace, jak velký koeficient přenosu tepla uvažujete. Jak veliký prostorový a časový krok byl volen a jaké byly počáteční podmínky? Velice zajímavá je vaše studie s infračervenou kamerou. Černé body v grafu 7 i fotka dusící se svíčky chybějí. Graf 7 je ostatně velmi důležitý, protože ukazuje hranici, jevu v prostoru teplota vody versus poloměr svíčky, kdy je možné tento jev pozorovat.

Hodnotitel č. 8 – známka 10

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.

Možná by stačilo napsat: Tak to má vypadat řešení.

Úvod je dobrý. Až do grafu č. 4 jsem nenarazil na nic překvapivého, s řešením souhlasím. Tento graf ukazuje poměrně velkou neshodu mezi experimentem a teorií, je tedy dobrým základem pro další zkoumání. Je zajímavé, že cca 1 hodinu se uplatňuje takový proces hoření odhořívání svíčky, že se svíčka prakticky nevynořuje. Po uplynutí této doby najednou dochází ke skokovité změně a svíčka se začíná vynořovat prakticky rovnoměrným pohybem do dobu dalších několika hodin. Zde skutečně vynořování odpovídá teoretické předpovědi. Kdybychom proložili naměřená data z této oblasti, tak bychom zcela jistě dostali rovnoběžku s přímkou z teoretické předpovědi. Je zajímavé, že než nastane přechod z jednoho chování svíčky do druhého, trvá to poměrně dlouhou dobu, přestože ustavení tepelné rovnováhy musí u svíčky nastat ve velmi krátké době po zapálení. V textu je patrně překlep: „*V tomto případě se po chvíli hoření parafín na okrajích roztaví a steče dolů do jamky. Celková hustota systému se tedy sníží a svíčka by měla klesnout ke dnu.*“ Aby svíčka klesla ke dnu, měla by se celková hustota systému naopak zvýšit. Fotodokumentace vzniku voskového límce okolo svíčky je super.

Kapitola „Studie jamky“ je úžasná, zejména srovnání matematického modelu s experimentem, kdy je vidět naprosto perfektní shoda.

Jestli to dobře chápu, tak veličina y na grafech zachycujících tvar jamek je něco jako hloubka jamky v daném místě? Pak graf tvaru jamky je vlastně obráceně než, je tomu ve skutečnosti u stojící svíčky. Pokud tomu tak je, doporučuji grafy otočit, aby případný oponent nebyl zmaten a nezasekl se na tom. Takový nigeriec se toho chytne a nepustí do konce diskuse, čím celou diskusi zabije.

IR fotografie plamene jsou dobré. Možná by z nich šlo ještě něco vytěžit, třeba v nich vyznačit např. dokreslením nějaké čáry, oblast teplot nižších než je „teplota tání“ parafínu.

Zde si dovolím malou poznámku, parafín jako každá amorfnní látka nemá jednu přesně danou teplotu tání. Zde se obvykle hovoří o určité oblasti, protože u amorfnních látek nejdříve nastává poměrně široká oblast měknutí. V oblasti měknutí je látka ještě stále v pevném skupenství, ale je tvárná resp. už se třeba i vlivem vlastní hmotnosti může výrazně deformovat a bortit. Až následně přechází do kapalného skupenství. Jako příklad vždy uvádím jinou amorfnní látku – sklo. Při „nižší vysoké“ teplotě je sklo měkké a lze jej tvarovat, ohýbat, pro vyšší teploty z něho lze lisovat nádoby a vyfukovat tvary a pro nejvyšší teploty se stává sklo tekutým a lze z něho odlévat skleničky do forem. U skla je oblast měknutí široká několik stovek stupňů celsia. Jiným příkladem může být čokoláda, kdy necháme-li čokoládovou foukanou figurku na dostatečně teplém místě, figurka změkne a zborťí se, aniž by změnila skupenství. Podobně je to i u parafínu, kdy změkklý parafín teče i v pevném skupenství, jen rychlost tečení je výrazně nižší než v kapalném skupenství. Toto chování amorfnních látek je třeba mít stále na paměti, protože toho by se mohl chytit oponent a pak operovat s tím, že referující nezná základní fyziku a to vždy může u méně zkušených porotců způsobit bodovou ztrátu.

V textu chybí fotografie dusící se svíčky, je tam pouze o ní zmínka v závorce.

Celkově fotografie se mi líbí, protože rozumně nafotit něco jako plamen svíčky, aby v okolí bylo ještě

něco vidět, chce mít tzv. „vyšší dívčí“. ☺

Zbývá už jen z tohoto kvanta výsledků udělat prezentaci, která se vejde do stanoveného času.

Celkově velmi dobře uchopené řešení, hodnocení 10 bodů.

Hodnotitel č. 9 – známka 10

Máte zajímavou dokumentaci. Nicméně i ve vašem případě, byť je nadprůměrná, by se dalo zlepšovat. Například to, jak je svíčka umístěná v nějaké nádobě je zřetelně vidět pouze v prvních dvou fotkách u Úvodu a tam to vypadá, že svíčka zabírá značný objem z celkového objemu nádoby. Bylo by možná zajímavé zkusit i větší nádobu (lavor, vanu), kde nehraje tolik roli konečný objem vody a blízkost stěn. Nebo alespoň zmínit, proč si myslíte, že to není relevantní.

Formulace „... který je dále nasáván do knotu, kde shoří.“ není úplně korektní – zdá se, že hoří pak uvnitř knotu, podle toho textu, ale je to spíše tak, že kapalný parafín se v knotu zahřívá a vypařuje a hoří následně vypařený v okolí knotu. A knot samotný téměř nehoří, až na ty chvíle, kdy odhořívá jeho konec, kam se už nestačí dostávat kapalný parafín.

S tím odvozením, že povrchová síla vody působí dolů mi to nejprve přišlo dost zmatené, ale vzhledem k tomu, že mluvíte o té stoupající svíčce a že pak máte uvedené to, že po nějakou dobu bud výška nulová, pak jsem ochoten to přijmout za korektní vysvětlení. I když u té povrchové síly je otázkou, kterým směrem působí.

Fotodokumentace potápějící se tenké svíčky je pěkná.

Přes snahu popsat, jak jste měřili poloměr jamky svíčky, jste to nepopsali úplně dokonale. Hlavně není jasné, jestli jste tímto měřením nemohli významně ovlivnit samotné měření. Nicméně délka měření je obdivuhodná.

U měření profilu svíček – neměla by být osa y otočená? Resp. jestli je to hloubka, tak by to bylo přirozenější.

Graf 7 je celkově nejasný – pokud ho budete umisťovat do prezentace, tak by bylo vhodné ho doplnit obrázkem/ilustrací/ukázkou, co jste měřili.

Jak navrhujete jako možnost uhašení svíčky překlopením – nebude záviset také na vyvážení závaží na svíčce a počáteční délce svíčky? Která by ovšem musela být zjevně extrémní, aby se svíčka překlopila, pokud je závaží na svíčce dole.

Jinak řešení máte velice kvalitní, někde jdete opravdu do hloubky a sice by se dalo určitě něco vytknout a oponenti zcela jistě něco najdou (pokud na úlohu dojde), ale celkově jde o výrazně nadprůměrné zpracování. Dávám nakonec 10 bodů, protože ve srovnání je řešení asi opravdu nejlepší či mezi dvěma nejlepšími, ale upozorňuji, že i tak je na čem pracovat dále, a navíc v dalších kolech bude důležité i jakým způsobem dokážete pracovat s jinou formou vědecké prezentace.

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 využití 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 nemají 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.