

výpočty fyzikálních úkolů

Milí kamarádi,

v rukou držíte brožurku třetí série Výfuku. Najdete v ní zadání úloh, ve kterých se můžete těšit na zrcadlo v autobuse, loupání brambor nebo hrátky se svinovacím metrem. Výfučení se tentokrát bude zabývat Archimedovým zákonem. V této brožurce taktéž naleznete vzorová řešení 2. série spolu s průběžným pořadím.

Nedávno proběhlo také Podzimní setkání řešitelů v Praze s rekordní účastí, kde účastníci zažili mnoho zábavného programu, včetně exkurze na FJFI ČVUT nebo experimentů s tekutým dusíkem. Fotky ze setkání si již můžete prohlédnout na webu.

Pokud se vám setkání líbilo a rádi byste se v létě zúčastnili další Výfučí akce, můžete se přihlásit na Výfučí letní tábor. Tentokrát se bude konat od 28. července do 10. srpna v Panenské Rozsíčce. Na webu se budou postupně objevovat bližší informace, přihlásit se budete moci přes databázi.

Přejeme vám poklidné Vánoce a hodně štěstí a úspěchů v novém roce!

Organizátoři
vyfuk@vyfuk.org



Zadání III. série



Termín odeslání: 8. 1. 2024 20.00

Úloha III.1 ... Chceš k tomu i hadr? ⑥ ⑦

5 bodů

Soňa potřebovala na stánek s experimenty válcový lavor s poloměrem podstavky 40 cm. Její stánek za den navštívilo $x = 220$ dětí, které chodily v pravidelných intervalech, a každé dítě při experimentu vycákalo část vody z lavoru. Kolik vody v průměru vycákalo jedno dítě, jestliže ráno byla v lavoru hladina vody ve výšce $h = 15$ cm, večer ve výšce $h_1 = 3$ cm a Soňa v průběhu dne dolila do lavoru $n = 30$ lahví s objemem 1,5 litru?



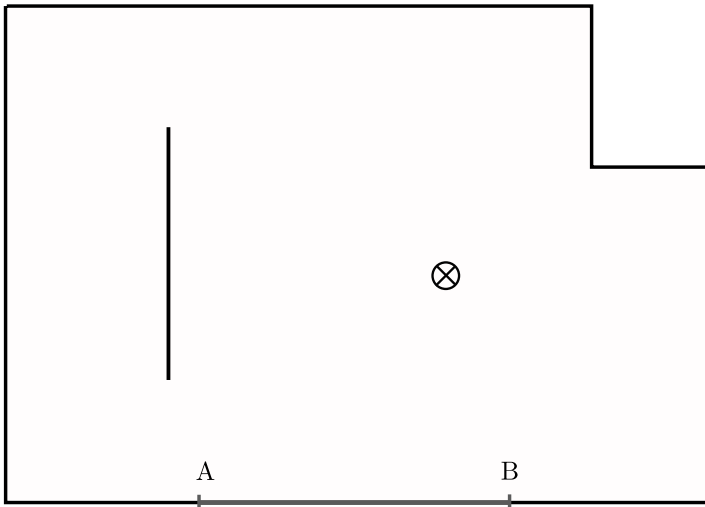
Po jaké době si Soňa musí vysušit hadr, pokud zvládne nasát $V_h = 0,75\text{l}$ vycákané vody? Uvažujte, že je voda z lavoru vycákávána přibližně rovnoměrnou rychlostí a že hadr sám od sebe neschne. Celá akce trvala 5 hodin.

Úloha III.2 ... Plátno a žárovka ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

5 bodů

Viktor si na koleje koupil plátno, aby zde mohl organizátorům Výfuku promítat filmy. Když měl rozsvíceno a stáhl plátno, všiml si, že plátno částečně zastíní světlo ze žárovky a díky zrcadlu umístěnému v místnosti vznikají zajímavé obrazce. Vyznačte do nákresu Viktorova pokoje části stěn, na které bude dopadat stín plátna. Řešení vypracujte graficky tak, aby byl jasný váš geometrický postup.

Nápověda: Pro vyznačení všech důležitých paprsků budete potřebovat mít pod obrázkem trochu místa.



Obr. 1: Nákres Viktorova pokoje se zaznačeným plátnem, žárovkou a zrcadlem, které je mezi body A a B

Úloha III.3 ... Zrcadlo v autobusu ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

6 bodů

Viktor seděl v autobusu jedoucím rychlostí $v_1 = 60\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a držel zrcadlo kolmo na směr jízdy se zrcadlicí plochou směřující dozadu (tedy na zadní část autobusu). Najednou si všiml, že autobus začalo předjíždět auto jedoucí rychlostí $v_2 = 80\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Jak rychle se v zrcadle pohyboval obraz auta vzhledem k Viktorovi sedícímu v autobuse a vzhledem k chodci, který stojí na přechodu a kolem kterého autobus právě projíždí?



Úloha III.4 ... Loupání brambor ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

6 bodů

Jirkovi začaly pomalu docházet brambory. Už nezbyly žádné velké, ale jen několik malých. Všiml si, že mu loupání těchto malých brambor zabere déle. Spočítejte, jak dlouho mu potrvá oloupat půl kila malých brambor, jestliže mu půl kila velkých brambor zabralo přibližně 15 minut. Předpokládejte, že mají všechny brambory přibližně stejný tvar a že malé brambory jsou dvakrát menší (tj. mají dvakrát menší rozměry). Jirka loupe danou velikost povrchu vždy stejně rychle, nezávisle na velikosti brambor.

**Úloha III.5 ... Svinovací metr ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ★**

7 bodů

Patrik vzal do ruky svinovací metr o délce 5 m a celkové hmotnosti $m_c = 250$ g. Následně ho pustil dolů z vysoké zídky, přičemž stupnici držel za kovový konec. Stupnice metru se při pádu postupně odmotávala, dokud se svinovací metr nezastavil a na stupnici se ukázalo číslo $l = 75$ cm.



Představme si, že uvnitř svinovacího metru se nachází pružina smotaná do tvaru šroubovice. Pružina je připevněna ke konci stupnice, takže když se metr odmotává, smotaná pružina se „otáčí“ (fyzicky se natahuje, ale jelikož je smotaná do šroubovice, můžeme říct, že se její konec otáčí). Síla, kterou působí proti odmotání metru, je úměrná úhlu, o který byla otočena z rovnovážné pozice, tj. velikost síly je $k_\alpha \cdot \alpha$, kde α je úhel ve stupních.

Následně Patrik metr rozebral a zjistil, že hmotnost těla metru, tedy bez srolované stupnice, je $m_t = 105$ g a poloměr šroubovice je $r = 2,25$ cm (stupnice je srolovaná do spirály o stejném poloměru jako pružina).

1. Určete délkovou hustotu kovové stupnice metru.
2. Určete úhlovou tuhost pružiny k_α uvnitř metru a sílu, kterou při zastavení pružina působila.
3. Spočítejte práci, kterou vykonaly třecí síly při odmotávání metru.

Uvažujte, že třecí síly jsou úměrné rychlosti, tedy působí pouze při odmotávání metru. Když se metr nepohybuje, jsou třecí síly nulové.

Nápověda: Berte v potaz, že jestliže je síla pružiny přímo úměrná jejímu otočení, pak je i přímo úměrná délce odmotané části metru – chová se tedy podobně jako obyčejné pružiny.

Úloha III.E ... Zanedbat, či zanedbat ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

7 bodů

Ze školy víme, že všechna tělesa na zem „padají“ stejně rychle. To však platí pouze ve smyslu tíhového zrychlení. V důsledku odporu vzduchu pochopitelně bude například cihla padat rychleji než pírkó. Jak je to však s předměty se stejným tvarem, které se liší pouze hmotností?

Vyrobte si dva identické, ale různě těžké míčky (např. naplněním jednoho tenisového nebo pingpongového míčku matkami), pusťte je z velké výšky a změřte rozdíl časů dopadu. Měřením doby pádu pro různé počáteční výšky určete výšku, pro kterou je již rozdíl dob pádu zanedbatelný a odpor vzduchu tedy není zanedbatelný.

Úloha III.V ... Plavu, plaveš, plaveme ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

7 bodů

1. Na Měsíci působí na pytel brambor tíhová síla 81 N. Jakou hmotnost má pytel a jaká je jeho tíha na Zemi?
2. Kus oceli na vodě neplove, ocelový tanker však ano. Mějme tanker o hmotnosti 45 000 t. Jaký minimální objem musí tanker mít, aby mohl plovat na vodě?
3. Výfuček si hrál v umyvadle s pirátskou lodí. Původně měl zlatý poklad položený v lodi, pak ho ale napadlo, že by piráti poklad lépe schovali, kdyby ho připevnili pod loď. Pokud Výfuček přiváže na loď poklad zespodu, co se stane s hladinou vody v umyvadle – klesne, stoupne, nebo zůstane stejná?
4. Kvádr korku o hustotě $\rho = 520 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a rozměrech $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ položíme do akvária o rozměrech podstavy $12 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$, ve kterém je 0,78 l vody. Bude kvádr plovat? Odpověď odůvodněte.



Výfučtení: Archimedův zákon

Mnozí z vás již o Archimedově zákoně jistě slyšeli. Ostatní o něm brzy ve škole uslyší. Jedná se o poměrně důležitý princip mechaniky tekutin, který nám umožnil rozvinout lodní přepravu, zkonstruovat první vzducholoď, vyvinout princip zanořování a vynořování ponorek a mnoho dalšího. Pro většinu běžné populace je ale Archimedův zákon jen prázdnou větou, kterou se ve škole naučí odříkat nazpaměť, a vlastně netuší, co ta věta znamená. Ikonickou větou, kterou ztvárnila i nejedna hudební skupina¹

„Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vzlakovou silou, která je svou velikostí rovna tíze kapaliny tělesem vytlačené.“

nelze zapomenout. Pojďme si ji tedy rozebrat zblízka. Některé části vám možná budou na první pohled připadat až příliš podrobně vysvětlované, ale vězte, že přesné pochopení některých pojmů a vztahů může vést nejen k lepšímu pochopení Archimedova zákona, ale i dalších oblastí fyziky.

Těleso

Zde nejspíš problém nenajdeme. Těleso je pojem do jisté míry intuitivní. Jedná se o nějaký hmotný objekt. U tělesa můžeme popsat hmotnost, objem, rozměry, z čeho se skládá, skupenství...

Skupenství? Ano, těleso není jen pevné, tělesem může být i kapalina nebo plyn. Ty také mají hmotnost i objem a i pro ně platí Archimedův zákon, který rozebíráme v tomto Výfučtení.

A nemůžeme použít hmotný bod? V mechanice spoustu věcí zjednodušujeme jako hmotný bod... Ne, hmotný bod zde použít nemůžeme. Hmotný bod je model² tělesa, který nemá objem. A právě o objem nám, jak se dočtete později, u Archimedova zákona jde.

¹Například skupina TĚLESO https://youtu.be/7_0kSwYsL4E?feature=shared.

²Modelem rozumíme fyzikální popis něčeho, přičemž zanedbáme nepodstatné skutečnosti, aby bylo snazší s modelem pracovat.

Ponořené do kapaliny

Tato část Archimedova zákona je rovněž značně intuitivní. Vezmeme těleso a umístíme ho do kapaliny. Je ovšem nutno podotknout, že těleso nemusí být ponořeno úplně, kousek může koukat nad hladinu. Rovněž nemusí těleso plovat, aby na něj působila vztlaková síla. I na kus železa hozený do vody vztlaková síla působí.

Nakonec je potřeba zmínit, že Archimedův zákon se netýká jen těles ponořených do kapalin, ale těles ponořených do *tekutin* obecně. Jaký je v tom rozdíl? Kapaliny jsou látky v kapalném skupenství, zatímco tekutiny jsou látky, které jsou tekuté, tj. kapaliny a plyny.³ Vztlaková síla tedy působí i na vás ve vzduchu, jen ji necítíte, protože jste na ni zvyklí a současně není tak velká jako například ve vodě.

Tíha

Posledním podstatným pojmem, jehož význam mnohým není jasný, je *tíha*. Z názvu asi tušíme, že tíha nějakým způsobem závisí na tom, jak je těleso těžké. Jaký je ale rozdíl mezi tíhou, hmotností a tíhovou silou?

Hmotnost je vlastnost tělesa. Je závislá na hustotě látky, která těleso tvoří, a na objemu tělesa. Je to vlastnost tělesa, která se nemění, ať už budeme hmotnost určovat na Zemi, na Marsu nebo na Slunci. Například můžeme mít pytel brambor, který má hmotnost 50 kg.

Tíhová síla je síla, která na dané těleso působí v tíhovém poli jiného tělesa. Tím jiným tělesem může být třeba Země (nebo i Mars a Slunce). Tíhové pole Země je oblast, ve které Země gravitační silou působí na okolní tělesa.⁴ Tíhová síla je tedy síla, kterou působí Země na těleso. Na náš pytel brambor o hmotnosti 50 kg tedy působí Země tíhovou silou přibližně 500 N.

Když ale zmiňovaný pytel brambor bude stát na stole, tlačí nějakou silou (konkrétně o velikosti 500 N) i pytel brambor na stůl. To je právě *tíha*. Tíha se od tíhové síly liší tím, kdo na co působí. Tíhou působí těleso, které je taženo tíhovou silou, na těleso, na kterém leží. Ale pozor, tíha má stejný směr jako tíhová síla. Je potřeba si neplest tíhu se silou, kterou podle 3. Newtonova zákona přitahuje zmiňovaný pytel brambor Zemi.

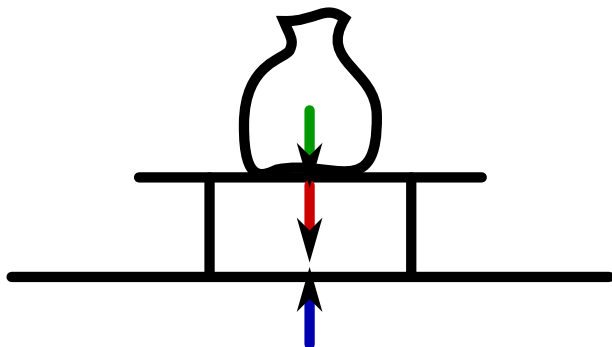
Pro zajímavost: ono nadlehčování vztlakovou silou, o kterém Archimedův zákon hovoří, mění právě tíhu ponořeného tělesa. Tíha je síla, kterou těleso tahá za siloměr, tedy zmenšení tíhy – nadlehčení – je důvod, proč siloměr pro pytel brambor ponořený ve vodě ukazuje méně.

Kapalina tělesem vytlačená

Ve škole jste si nejspíše říkali, že takto označujeme kapalinu, která by vytekla z plného vědra po ponoření tělesa. Co když ale vědro nebude plné? Stále těleso nějakou kapalinu vytlačilo? Ano, vytlačilo. Ve vědru se zvedla hladina. Objem kapaliny, který vystoupal okolo tělesa, ale není kapalina tělesem vytlačená. A co teprve loď v moři? Tam se hladina viditelně nezvedá. Z těchto důvodů se můžete setkat i s formulací „kapalina v díře po tělese“. Je to kapalina, která by se vešla do díry, kdybyste ono uvažované vědro s tělesem „zamrazili“ a těleso vyndali. Po tělese zbude díra, do které se vejde právě objem „kapaliny tělesem vytlačené“.

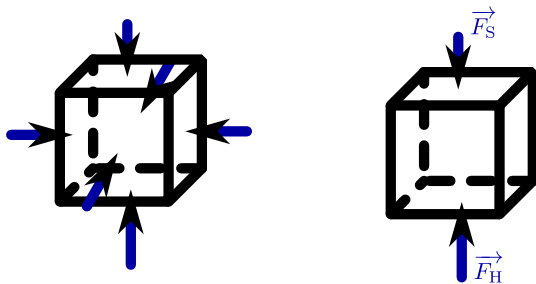
³I plyny tečou! Na tomto videu je krásně vidět, jak páry bromu vytékají z kádinky a tečou po stole: <https://www.youtube.com/shorts/PxeGmRXp0aQ>.

⁴Pro zájemce: Je rozdíl i mezi tíhovým a gravitačním polem. Tíhové uvažuje ještě odstředivou sílu způsobenou rotací Země, zatímco gravitační ne. Pro potřeby Výučbení jsou v nich ale tak malé rozdíly, že je můžeme brát jako jeden pojem.



Obr. 2: Pytel brambor na stole: Zeleně tíhová síla, červeně tíha, modře síla, kterou podle 3. Newtonova zákona přitahuje pytel Zemi.

Abychom se dozvěděli, kde se ta kapalina tělesem vytlačena bere, Archimedův zákon si odvodíme.⁵ Představte si krychli a ponořte ji celou do vody. Vaše krychle neplove, ani neleží na dně. Jistě víte, že na vrchní stěnu krychle působí tlaková síla – tíha kapaliny nad vrchní stěnou krychle. Jelikož ale kapalina nemá pevnou strukturu, její tlaková síla působí do všech směrů, tedy i na boční stěny a spodní stěnu krychle. Síly můžete vidět znázorněné na obrázku 3. Pro zvýšení přehlednosti obrázku jsme působiště síly neumístili na stěny krychle (kde se správně nachází), ale tak, aby „šipka síly“ ukazovala na stěnu, na kterou působí.



Obr. 3: Ponořená krychle s vyznačenými tlakovými silami (vlevo) a ponořená krychle s vyznačenou tlakovou silou působící na horní a spodní podstavu (vpravo)

Tlak podél bočních stěn krychle se s hloubkou mění. Vzhledem k tomu, že je však tlak na opačných bočních stěnách krychle (např. levé a pravé) v dané výšce vždy stejný, tak je stejná i celková tlaková síla, která na opačné boční stěny působí. Síly působí z protějších stran krychle, a tak se navzájem odečtou. Zajímat nás tedy budou jen síly působící na horní a dolní podstavu.

⁵Odvození provedeme na konkrétním tělese. Pro obecné odvození nemáme matematický aparát – integrální počet. Na ten si budete muset počkat na vysokou školu.

vu. Ty snadno vyjádříme pomocí tlaku v kapalině. Krychle má délku hrany a a je ponořena v kapalině o hustotě ρ tak, že její horní podstava se nachází v hloubce h . Na horní podstavu působí síla

$$F_H = p_H S = h\rho g a^2,$$

kde p_H je tlak působící na horní podstavu a S je plocha podstavy krychle. Analogicky pro spodní podstavu, která se nachází o a níž,

$$F_S = p_S S = (h + a)\rho g a^2.$$

Tyto dvě síly působí proti sobě, tedy abychom získali výslednou (vztlakovou) sílu F_{vz} působící na těleso, musíme je odečíst

$$F_{vz} = F_S - F_H = (h + a)\rho g a^2 - h\rho g a^2,$$

$$F_{vz} = h\rho g a^2 + a\rho g a^2 - h\rho g a^2,$$

$$F_{vz} = a\rho g a^2 = \rho g a^3.$$

Vidíme, že hloubka ponoru tělesa ve výsledku nakonec vůbec není. Nezáleží tedy na tom, kde v kapalině se těleso nachází. Na čem ale vztlaková síla závisí, je *hustota kapaliny* ρ , ve které se těleso nachází, *tíhové zrychlení* g , tedy kupříkladu na Měsíci by vztlaková síla působící na to samé těleso v té samé vodě měla jinou velikost, a ono a^3 . To je právě objem ponořené části tělesa, tedy i objem kapaliny, která by se do díry po tělese vešla, jinými slovy objem *kapaliny tělesem vytlačené*. No a tu její tíhu, o které mluví slavná větička z úvodu, vypočteme právě tak, že její objem vynásobíme její hustotou a tíhovým zrychlením.

Co teď s tím?

Ze zkušenosti víme, že těleso v kapalině může plovat, vznášet se (není na hladině ani u dna), nebo se potopit. Jak to souvisí se vztlakovou silou?

Pro ploucí těleso platí, že vztlaková síla se rovná tíhové síle, která na těleso působí. Těleso, které plove na hladině, je v klidu, tedy podle 1. Newtonova zákona je součet sil na něj působících roven nule. Aby se tíhová síla působící na těleso rovnala vztlakové, musí se tíha kapaliny, kterou těleso vytlačilo, rovnat tíze tělesa. Můžeme tedy říct, že těleso, které plove, „vytlačí tolik, kolik samo váží“.

Těleso s vyšší hustotou, než má kapalina, se potápí, klesá ke dnu, tedy se pohybuje zrychleně dolů (než narazí na dno, které ho silou drží v klidu). Aby se pohybovalo zrychleně dolů, musí výslednice sil na něj působících směřovat dolů, tedy tíhová síla působící na těleso je vyšší než vztlaková. V takovém případě těleso „vytlačí méně, než váží“, protože může vytlačit maximálně svůj objem a objem kapaliny (s nižší hustotou než hustota tělesa) stejný jako objem tělesa bude vždy vážit méně. Můžeme tedy říct, že těleso, které se potopí, „vytlačí svůj objem“.

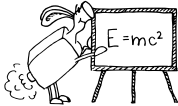
Nakonec těleso, které se v kapalině vznáší, má stejnou hustotu jako kapalina a uvnitř kapaliny je v klidu (nikam nestoupá ani neklesá). Takové těleso vytlačí svůj objem (protože je celé ponořené) a současně vytlačí tolik, kolik samo váží.

Tyhle úvahy nám můžou pomoci rychle řešit známé úlohy například o pirátském pokladu, kdy řešíme, zda se změní hloubka ponoru lodi, když piráti z lodi vyhodí poklad, nebo vysvětlit, proč kelímek po okraj naplněný vodou s ledem zůstane i po roztání ledu stále po okraj plný. Led vytlačí, kolik váží, tedy po kilogramu ledu zbude díra na kilogram vody. A kilogram ledu se rozpustí právě na ten kilogram vody, na který je v kelímku místo ledu prostor.

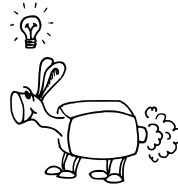
Na závěr otázka na zamyšlení: může loďka, která se tak tak na šířku a délku vejde do akvářka, plovat ve zmiňovaném akvářku, když v něm původně bylo na výšku méně vody, než je hloubka ponoru lodky?

Soňa Husáková

sona@vyfuk.mff.cuni.cz



Řešení II. série

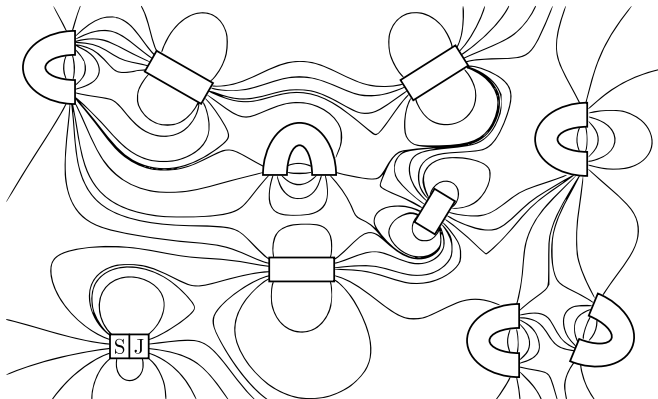


Úloha II.1 ... Od pólu k pólu

5 bodů; průměr 4,27; řešilo 106 studentů

Výfuček si hrál s magnety a železnými pilinami. Na stůl položil několik magnetů a nasypal mezi ně piliny, které se následně seřadily ve směru indukčních čar magnetů. Zvýrazněné indukční čáry si Výfuček zakreslil spolu s polohou jednotlivých magnetů tak jako na obrázku 4. Všiml si, že na jednom magnetu je vyznačený směr jeho magnetizace (tj. poloha severního a jižního pólu). Určete podle Výfučkova obrázku směry magnetizace ostatních magnetů a zakreslete je do obrázku.

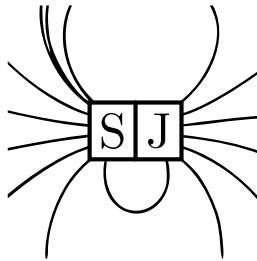
Podle čeho poznáte, u kterých stran magnetu se nachází jeho póly? Jak určíte, kde je který pól magnetu na základě známých pólů u ostatních magnetů?



Obr. 4: Magnety neznámé magnetizace

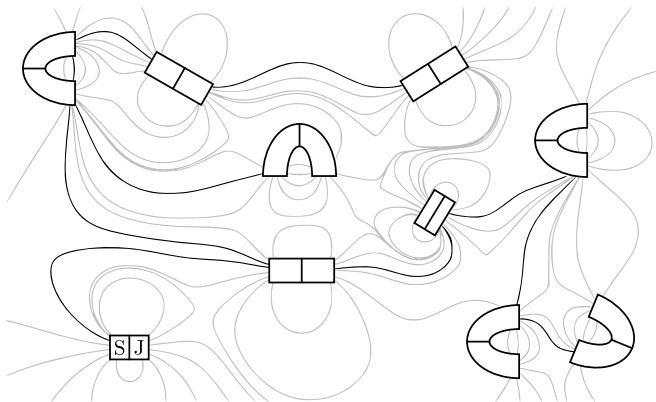
Zamysleme se, jak poznáme, kde magnet póly má (zda je magnetizovaný podélně nebo příčně). Podíváme-li se na jediný označený magnet v zadání (obr. 5), zjistíme, že magnetické indukční čáry vždy vychází z pólů magnetu. Póly tedy pro všechny magnety rozmístíme tak, aby se nacházely u těch stran magnetů, ze kterých vychází indukční čáry. Většina obdélníkových

magnetů je magnetizovaná podélně, jeden příčně, a u podkovových magnetů jsou póly vždy na koncích podkovy.



Obr. 5: Zadaný magnet

Nyní můžeme začít rozmisťovat póly. Magnetické indukční čáry vedou v každém bodě stejným směrem jako magnetická síla v daném bodě. Pokud tedy magnetická indukční čára spojuje dva póly, znamená to, že se navzájem přitahují, protože po celou cestu po dané magnetické indukční čáře míří vždy magnetická síla od jednoho magnetu k druhému.⁶ Víme, že opačné póly se přitahují. Najdeme si tedy u každého magnetu jednu magnetickou indukční čáru, která vede k jinému magnetu (obr. 6). Pomocí těchto čar můžeme pohodlně rozmístit póly neznámých magnetů.

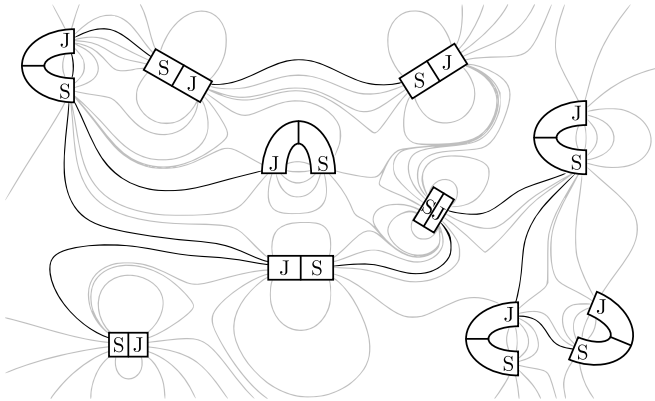


Obr. 6: Zvýrazněné magnetické indukční čáry pro určení polarizace magnetů

Začneme u známého magnetu. Sledujeme zvýrazněnou magnetickou indukční čáru a jakmile narazíme na nepopsaný pól, označíme jej. Pokud jsme vycházeli ze severního pólu, označovaný pól je jižní, pokud naopak od jižního, označovaný pól je severní. Každý magnet je tvořen dvěma opačnými póly, tedy na daném magnetu rovnou můžeme doplnit druhý pól. Stejným

⁶Kdyby se magnety odpuzovaly, magnetická indukční čára někde cestou „odbočí“ a k odpuzujícímu se magnetu nedorazí.

způsobem pokračujeme v doplňování ostatních magnetů, přičemž po každém kroce známe víc a víc magnetizací, až určíme všechny magnety na obrázku (obr. 7).



Obr. 7: Určené polarizace magnetů

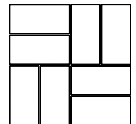
Soňa Husáková

sona@vyfuk.mff.cuni.cz

Úloha II.2 ... Zarostlý vjezd

5 bodů; průměr 3,66; řešilo 296 studentů

Jarda má u svého domu vjezd ke garáži o šířce 3,6 m a délce 9 m. Je vydlážděn dlaždicemi o rozměrech 20 cm krát 10 cm, které tvoří zámkovou dlažbu jako na obrázku. Ve spárách, jejichž šířka je zanedbatelná v porovnání s velikostí dlaždice, však prorůstá plevel. Kolik kilometrů spár musí Jarďa vyčistit, aby na vjezdu žádný plevel nezůstal?



Z obrázku vidíme, že vzor je tvořen bloky o rozměrech 20 cm × 20 cm (tvořenými dvěma dlaždicemi), nájezd má rozměr 3,6 m × 9 m. Všimněme si, že 0,2 dělí 3,6 i 9, je tedy možné nájezd vyplnit zmíněnými bloky, aniž bychom museli rozřezat nějakou dlaždici. Můžeme proto předpokládat, že všechny dlaždice v nájezdu jsou v celku.

Spočítejme nyní celkový počet dlaždic. Nájezd má plochu

$$S = 3,6 \text{ m} \cdot 9 \text{ m} = 32,4 \text{ m}^2$$

a plocha jedné dlaždice je $S_1 = 200 \text{ cm}^2$. Nájezd je tedy tvořen

$$N = \frac{S}{S_1} = 1620 \text{ dlaždicemi.}$$

Dále můžeme určit celkovou délku spár jako součet obvodů všech dlaždic. Ze zadání víme, že plevel prorůstá pouze mezi dlaždicemi, musíme tedy od součtu obvodů odečíst obvod nájezdu. Získáme tak délku

$$x = N \cdot o - O = 1620 \cdot 60 \text{ cm} - 2 \cdot (3,6 \text{ m} + 9 \text{ m}) = 946,8 \text{ m},$$

kde $o = 60$ cm je obvod jedné dlaždice a $O = 2 \cdot (3,6 \text{ m} + 9 \text{ m}) = 25,2 \text{ m}$ je obvod nájezdu. V délce x jsou nyní započítány pouze délky vnitřních stran dlaždic. Uvědomme si však, že každá spára je ohraničena právě dvěma dlaždicemi. Pokud chceme zjistit délku spár, musíme součet délek vnitřních stran dlaždic vydělit dvěma. Tím dostaneme

$$L = \frac{x}{2} = 473,4 \text{ m} \doteq 0,47 \text{ km}.$$

Jarda tedy musí vyčistit skoro půl kilometru spár.

Jaroslav Herman

herman@vyfuk.mff.cuni.cz

Úloha II.3 ... Pohyblivý chodník

6 bodů; průměr 5,44; řešilo 248 studentů

Kačka a Jirka spěchají na metro. Jirka kráčí podchodem rychlostí $2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, každý jeho krok měří 85 cm. Kačka jde po vodorovném pohyblivém chodníku jedoucím rychlostí $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, její kroky jsou ale o 25 cm kratší než Jirkovy. O kolik více jich musí za sekundu oproti Jirkovi udělat, aby se vůči podchodu pohybovala stejně rychle?

Označme l_J délku kroku Jirky a l_K délku kroku Kačky. Pak podle zadání platí

$$l_K = l_J - \Delta l = 60 \text{ cm},$$

kde Δl je rozdíl délky kroků obou spěchajících organizátorů.

Abyste mohl jít Jirka rychlostí $v_J = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, musí být frekvence jeho kroků (tedy počet jednotlivých kroků, které Jirka udělá za určitou časovou jednotku)

$$f_J = \frac{v_J}{l_J},$$

podobně frekvence Kaččiných kroků je $f_K = v_K/l_K$. Zde ovšem v_K udává rychlost Kačky vůči pohyblivému chodníku, po kterém jde, protože vůči němu její kroky počítáme. Její rychlost v_K musí být taková, aby se vůči podchodu pohybovala stejně rychle jako Jirka, proto $v_K = v_J - v_{\text{ch}} = 1,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, kde v_{ch} značí rychlost chodníku vůči podchodu, kterým oba dva spěchají na metro.

Zadání se vlastně ptá na rozdíl výše vyjádřených frekvencí, který je

$$f_K - f_J = \frac{v_J - v_{\text{ch}}}{l_J - \Delta l} - \frac{v_J}{l_J} = 0,23 \text{ s}^{-1}.$$

Přibližně na každých 5 Jirkových kroců musí Kačka udělat o jeden navíc, aby se pohybovala stejně rychle.

Jaroslav Herman

herman@vyfuk.mff.cuni.cz

Úloha II.4 ... Tma jako v pytli

6 bodů; průměr 3,98; řešilo 268 studentů

Raketa přistála na neznámé planetě, jejíž oceány má prozkoumat. V jaké maximální hloubce může dlouhodobě operovat, pokud ke svému provozu potřebuje, aby na její solární panely dopadalo alespoň 30 % záření dopadajícího na povrch planety? Přístroje změřily, že každých 10 m klesání v oceánu kapalina absorbuje 4 % procházejícího záření. Maximální hloubku stačí uvést s přesností na 10 m.



Na hladinu oceánu dopadá nějaké množství záření, průchodem skrz vodu se postupně část záření absorbuje. Nás zajímá, jak se procento původního záření mění s hloubkou. Víme, že množství záření se každých 10 m sníží o 4 %. Jelikož se ale snižuje intenzita *procházejícího* záření, tak v hloubce 20 m nebude intenzita záření 92 %, ale bude o něco vyšší. Nemůžeme tedy provést prosté dělení – musíme řešit exponenciální rovnici.

Pokud označíme intenzitu záření na začátku I_0 , tak o 10 m hlouběji bude intenzita $I_1 = 0,96I_0$, po dalších deseti metrech bude $I_2 = 0,96I_1 = 0,96^2I_0$ atd. Vidíme, že po průchodu x desetimetrovými vrstvami bude intenzita $I_x = 0,96^x I_0$.

Zajímá nás, kolikrát musíme klesnout o 10 m, aby intenzita záření poklesla na 30 %. S ohledem na předchozí úvahy můžeme náš požadavek zapsat jako

$$100 \cdot 0,96^x = 30.$$

Vyjádríme si x a rovnici vyřešíme.⁷

$$\begin{aligned} 0,96^x &= \frac{30}{100}, \\ \log_{0,96} 0,96^x &= \log_{0,96} \frac{3}{10}, \end{aligned}$$

kde funkce $\log_a b$ je tzv. *logaritmus*.

$$\begin{aligned} x \log_{0,96} 0,96 &= \log_{0,96} \frac{3}{10}, \\ x &= \log_{0,96} \frac{3}{10}, \\ x &\doteq 29,5 \end{aligned}$$

Všimněme si, že náš výsledek je obecnější, než byly naše úvahy. Při sestavování rovnice jsme totiž věděli pouze to, o kolik intenzita klesne po 10 metrech. Výsledek 29,5 by nám tedy řekl pouze to, že raketa může klesnout do hloubky 290 m, ale do hloubky 300 m už ne. Dá se však ukázat, že výsledek $29,5 \cdot 10 \text{ m} = 295 \text{ m}$ je skutečně správná maximální možná hloubka. S ohledem na požadovanou přesnost v zadání však stačí výsledek 290 m.

Viktor Materna

materna@vyfuk.mff.cuni.cz

⁷Pokud jste se s řešením tohoto typu rovnic nikdy nesetkali, poskytneme vám alternativu. Vzhledem k tomu, že v zadání je požadována přesnost na 10 m, tak můžeme prostě například pomocí Excelu postupně vypisovat mocniny čísla 0,96, dokud hodnota neklesne pod 0,30 a tuto mocninu si poznamenat jako výsledek.

Úloha II.5 . . . K nezaplacení

7 bodů; průměr 5,24; řešilo 141 studentů

Viktor si pořídil bič a chce si s ním zkusit prásknout. Prásknutí můžeme modelovat předáváním energie mezi tím koncem biče, za který se bič drží, a druhým koncem biče, tzv. práskačkou.

1. Podařilo se Viktorovi prásknutí, respektive překonala práskačka rychlost zvuku, pokud se na začátku prásknutí držadlo biče vážíci $M = 1 \text{ kg}$ pohybovalo rychlostí $v = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a v jistém okamžiku se 70 % mechanické energie předalo práskačce vážíci $m = 2 \text{ g}$?
2. Jak hlasitě bylo prásknutí slyšet (tj. jaká byla hladina intenzity zvuku) ve vzdálenosti $s = 2 \text{ m}$ od práskačky, pokud prásknutí trvalo $t = 0,3 \text{ s}$ a na jeho zvukovou energii se přeměnilo 5 % mechanické energie práskačky?

1. K výpočtu rychlosti práskačky využijeme zákon zachování mechanické energie. Pokud označíme kinetickou energii držadla E a energii práskačky E' , můžeme psát $E' = 0,70E$, poněvadž právě 70 % = 0,70 energie E se přemění na E' (jak víme ze zadání). Když teď za energie dosadíme podle vztahu pro kinetickou energii a vyjádříme rychlost práskačky u , dostaneme

$$\frac{1}{2}mu^2 = 0,70 \cdot \frac{1}{2}Mv^2 \quad \Rightarrow \quad u = \sqrt{\frac{0,70Mv^2}{m}} = v\sqrt{\frac{0,70M}{m}},$$

kde u je hledaná rychlost práskačky. Po dosazení hodnot ze zadání dostáváme

$$u \doteq 374 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

Rychlost zvuku ve vzduchu je asi $343 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Práskačka tuto rychlost překonala a prásknutí se tedy Viktorovi podařilo.

2. Abychom mohli spočítat hladinu intenzity zvuku, která se udává v decibelech, musíme nejdříve spočítat samotnou intenzitu. Ta je definována jako výkon na plochu, tedy

$$I = \frac{P}{S} = \frac{E_z}{4\pi s^2 t}.$$

Zde jsme výkon zapsali jako energii za čas a za plochu dosadili ze vztahu pro povrch koule. Když víme, že $E_z = 0,05E' = 0,05 \cdot 0,7E$, můžeme intenzitu vyjádřit jako

$$I = \frac{0,05 \cdot 0,7E}{4\pi s^2 t} = \frac{0,05 \cdot 0,7Mv^2}{8\pi s^2 t}.$$

Číselně dostáváme $I \doteq 0,46 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Při známé intenzitě I již snadno dopočteme hladinu intenzity zvuku. Tu lze spočítat pomocí vzorce

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0},$$

kde $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ je prahová intenzita. Funkce $\log x$ se nazývá *dekadický logaritmus*. Když dosadíme za I , máme

$$L \doteq 117 \text{ dB}.$$

Vidíme, že ve vzdálenosti $s = 2 \text{ m}$ od biče mělo prásknutí hladinu intenzity zvuku asi 117 dB. To je jen těsně pod prahem bolesti, který činí 120 dB.

Lukáš Linhart

lukasl@vyfuk.mff.cuni.cz

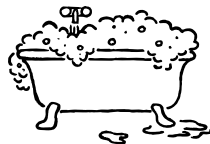
Úloha II.E ... Soňa se chce prohřát

7 bodů; průměr 5,92; řešilo 190 studentů

Jednou za čas je Soně taková zima, že se potřebuje pořádně prohřát v horké vaně. Aby se mohla vyhřívat co nejdéle, vyrobí si ve vaně tlustou vrstvu pěny. Pomůže jí to?

Změřte, jak rychle vychladne hrnek horké vody bez pěny a jak rychle s pěnou do koupele. Který hrnek vychladl rychleji a proč?

Bonus: Změřte dobu chladnutí i pro jiné druhy pěny (jarová pěna, šlehačka...) a porovnejte výsledky experimentu.

**Teorie**

Jak rychle kapalina chladne, závisí na mnoha faktorech. Aby mohla rychleji chladnout, potřebuje předávat své teplo co neefektivněji do okolí. Nejvýznamnějšími faktory ovlivňujícími chladnutí jsou proto rozdíl teplot mezi kapalinou a okolím, odpařování kapaliny a jak dobře se teplo přesouvá uvnitř kapaliny (to souvisí s tepelnou vodivostí, viskozitou a dalšími vlastnostmi kapaliny).

Odpařování spotřebovává teplo chladnoucí kapaliny na skupenskou přeměnu. Pokud na hladinu umístíme pěnu (nebo třeba olej), která zabrání odpařování, kapalina ztratí poměrně významnou část procesů, které ji chladí.

Rozdíl teplot mezi kapalinou a okolím se zdánlivě ovlivňuje těžko, protože vzduch v místnosti, do kterého kapalina přesouvá své teplo, jen tak neprohřejeme na teplotu vroucí vody. Co ale můžeme použít je vrstva izolace. Při izolování hraje roli *tepelná vodivost* a *měrná tepelná kapacita* materiálu. Materiál s nízkou tepelnou vodivostí špatně předává teplo z konce, který se dotýká kapaliny, ke konci, který chladne do okolního vzduchu. To způsobí, že se konec dotýkající se kapaliny zahřeje na vyšší teplotu než konec chladnoucí do vzduchu. V kombinaci s nízkou měrnou tepelnou kapacitou pak konec u kapaliny velmi rychle dosáhne teploty skoro stejné, jako má kapalina, a kapalina tak chladne mnohem pomaleji. Pěnu tvoří z velké části vzduch, který má jak malou měrnou tepelnou kapacitu, tak malou tepelnou vodivost. Celá místnost se rychle prohřeje jen proto, že vzduch může proudit. V pění je ale zavřený v malých bublinkách, které si musí teplo předávat dotykem, což je značně méně efektivní.

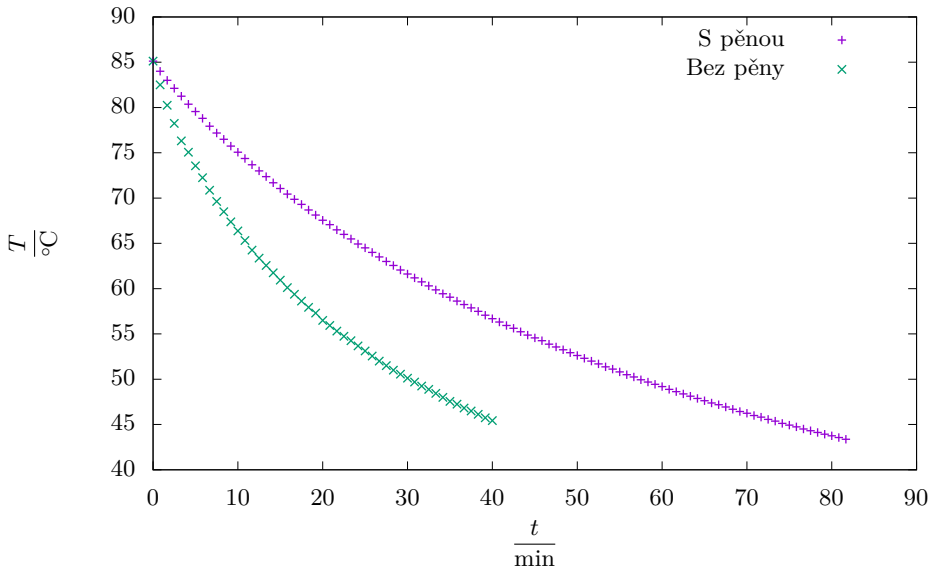
Očekáváme tedy, že pod pěnou bude voda chladnout pomaleji. Jak moc se efekt pěny projeví, ukáže experiment.

Měření

Připravíme si do libovolné nádoby předem pěnu (kdybychom pěnu vyráběli až v horké vodě, stihne nám už předem vychladnout, jenže my chceme pozorovat vodu co nejteplejší, aby měření netrvalo příliš dlouho). Poté zahřejeme v rychlovarné konvici (nebo na sporáku) vodu. Předem stanovený objem (v našem případě 400 ml) vody nalejeme do hrnku a lžičkou na ni přesuneme vrstvu předem připravené pěny. Ponoříme teploměr a začneme měřit. Pro hrnek bez pěny opakujeme stejný postup s vynecháním kroku přesunu pěny na vodu.

Pro naše měření jsme použili ponorný digitální teploměr, který sbíral data automaticky s přesností 0,1 °C. Měření ale lze provést například i s lihovým teploměrem, kdy teploty po určitých intervalech odečítáme ručně.

V grafu 8 naměřených hodnot můžeme vidět, že voda pod vrstvou pěny chladla výrazně pomaleji, k teplotě okolo 45 °C se dostala po přibližně dvojnásobném čase než voda bez pěny.



Obr. 8: Naměřená závislost teploty chladnoucí vody na čase

Konkrétně voda bez pěny dosáhla teploty $45,3^\circ\text{C}$ po $40,25$ min, kdežto voda s pěnou dosáhla stejné teploty po $73,4$ min. Obě měření jsme započali, když teplota dané kapaliny dosáhla hodnoty $85,1^\circ\text{C}$.

Závěr

Voda přikrytá vrstvou pěny chladne zřetelně pomaleji než voda bez pěny, protože pěna zabraňuje odpařování vody a zpomaluje přenos tepla do okolního prostředí. Z teploty $85,1^\circ\text{C}$ na teplotu $45,3^\circ\text{C}$ vychladla voda s pěnovou pokrývkou za $73,4$ min, zatímco voda bez pěny stejného poklesu teploty dosáhla přibližně za $40,3$ min.

Soňa Husáková

sona@vyfuk.mff.cuni.cz

Úloha II.V ... Výfuček a teplo

7 bodů; průměr 2,98; řešilo 122 studentů

1. Výfuček si k obědu uvařil polévku. Nalil ji do porcelánového talíře a překvapilo ho, že po ustálení teplot porcelánu a polévky byl talíř velmi horký. Spočítejte jakou měl teplotu, jestliže počáteční teploty talíře a polévky byly 25°C a 60°C . Talíř má hmotnost 300 g a měrnou tepelnou kapacitu $1100\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$. Polévky bylo půl litru s tepelnou kapacitou $4200\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ (fyzikální vlastnosti polévky jsou velmi blízké vlastnostem vody). Uvažujte, že se teploty ustálí rychleji, než stihne větší množství tepla uniknout do okolí.

2. Po vydatném obědě začal Výfuček pracovat na vlastním osobním výtahu. Místo klasické konstrukce se ale rozhodl ho pohánět dějem v ideálním dvouatomovém plynu.

Vzal proto utěsněnou válcovou nádobu s pohyblivým pístem o ploše $S = 0,3 \text{ m}^2$. Potom se on sám na píst postavil, počkal, než se tlak v plynu vyrovná s novou zátěží, a začal plynu pomalu dodávat teplo. Kolik tepla mu musí dodat, aby ho výtah zvedl o $h = 2 \text{ m}$, jestliže Výfuček spolu s pístem váží $m = 100 \text{ kg}$? Atmosférický tlak je roven přibližně $p_a \doteq 100 \text{ kPa}$ a tíhové zrychlení je $g \doteq 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Nápověda: Zamyslete se, o jaký děj v plynu se jedná. Všechny parametry potřebné k vyřešení úlohy máte zadané.

1. Ze zadání víme, že během ustalování teplot mezi talířem a polévkou unikne do okolí pouze zanedbatelné množství tepla. Můžeme tedy uvažovat, že veškeré teplo odevzdané polévkou bylo předáno talíři.

Označme t teplotu, na které se ustálí talíř a polévka. Teplota talíře se zvýšila o $t - t_t$, kde $t_t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ je jeho počáteční teplota, a teplota polévky se snížila o $t_p - t$, kde $t_p = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ je počáteční teplota polévky. Polévka tedy odevzdala teplo

$$Q_1 = m_p c_p (t_p - t),$$

kde $m_p = \rho_v V$ je hmotnost polévky o objemu $V = 0,5 \text{ l}$ a hustotě rovnající se hustotě vody, tj. $\rho_v = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Dále $c_p = 4200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ je měrná tepelná kapacita polévky.

Podobně pro teplo přijaté talířem můžeme napsat

$$Q_2 = m_t c_t (t - t_t),$$

kde $m_t = 0,3 \text{ kg}$, $c_t = 1100 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ jsou hmotnost a měrná tepelná kapacita talíře.

Tepla Q_1 a Q_2 se na základě předchozí úvahy musí rovnat, získáme tedy rovnici

$$m_p c_p (t_p - t) = m_t c_t (t - t_t),$$

odkud jednoduše vyjádříme teplotu t , na které se ustálí talíř a polévka:

$$t = \frac{V \rho_v c_p t_p + m_t c_t t_t}{m_t c_t + V \rho_v c_p} \doteq 55 \text{ }^\circ\text{C}.$$

2. Rozmysleme si, jak pracuje Výfučkův „tepelný“ výtah. Nádobu s pohyblivým pístem je naplněna ideálním dvouatomovým plynem. Plyn působí na píst z vnitřní strany tlakem, a tedy i silou. Když se plyn rozpíná, působí na píst silou podél dráhy a je konána práce (viz úvahy ve Výfučtení).

Z vnější strany na pístu stojí Výfuček a spolu s pístem působí na plyn silou mg , kde $m = 100 \text{ kg}$. To však není jediná síla ovlivňující dynamiku systému, na píst ještě „zvenku“ působí tlak okolního vzduchu (atmosférický tlak) p_a . Celkem tedy při práci výtahu na plyn působí konstantní síla, a tedy i konstantní tlak o velikosti

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} + p_a.$$

Pohyb pístu zajišťuje rozpínání plynu, k němuž dochází díky dodávání tepla. Pokud teplo plynu dodáváme pomalu, pohybuje se i píst pomalu. Mezi tlakem plynu zevnitř a tlakem způsobeným vnějšími silami (tíha Výfučka a pístu, tlak vzduchu) dochází k rovnováze. Tlak v plynu je po celou dobu konstantní a jedná se tedy o izobarický děj.

Chceme, aby výtah zvedl Výfučka o $h = 2$ m. Plyn podél této dráhy působí konstantní silou

$$F = pS = mg + p_a S$$

a vykoná práci

$$W = mgh + p_a Sh.$$

Nyní by se mohlo zdát, že stačí dodat plynu teplo o velikosti $Q = W$ a jsme hotovi. Uvědomme si však, že při rozpínání se plyn nutně ohřeje (ze stavové rovnice víme, že jestliže se zvětšil objem plynu, ale jeho tlak se nezměnil, pak se musela zvětšit teplota). Konkrétně jsme ve Výfučce pomocí stavové rovnice našli vztah pro konanou práci:

$$W = nR\Delta T,$$

kde n je látkové množství plynu a R značí molární plynovou konstantu. Odtud můžeme vypočítat, že se plyn při práci výtahu musel ohřát o

$$\Delta T = \frac{1}{nR} (mgh + p_a Sh).$$

Kromě tepla na vykonání práce W tedy ještě musíme plynu dodat teplo nutné pro zvýšení teploty ΔT . Dvouatomový plyn má vnitřní energii

$$U = \frac{5}{2} nRT,$$

při ohřevu o ΔT se tedy vnitřní energie zvětší o

$$\Delta U = \frac{5}{2} nR\Delta T.$$

Celkem tedy musíme plynu dodat teplo

$$Q = \Delta U + W = \frac{7}{2} nR\Delta T,$$

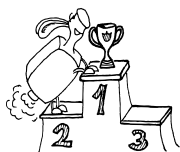
$$Q = \frac{7}{2} (mgh + p_a Sh) = 217 \text{ kJ}.$$

Poznamenejme, že jsme v úloze narazili na zajímavou skutečnost. Museli jsme plynu dodat teplo o větší velikosti, než byla celková vykonaná práce. To není náhoda, existuje zákon, který říká, že obecně nejsme schopni veškeré dodané teplo přeměnit na práci,⁸ a tedy že žádný *tepelný stroj* nemůže pracovat se stoprocentní účinností. Toto tvrzení se nazývá druhý zákon termodynamiky.

Jiří Kohl

jirkak@vyfuk.mff.cuni.cz

⁸Zákon je ve skutečnosti zformulovaný malinko komplikovaněji. To, co jsme nyní vyslovili, nemusí nutně vždy být pravda.



Pořadí řešitelů po II. sérii

Kategorie šestých ročníků

jméno Student	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
		5	5	6	6	7	7	7	43	86
1. Filip Petrášek	ZŠ Nepomucká, Praha 5 - Košře	5	5	6	6	5	7	3	37	70
2. Jan František Lukáš	ZŠ Dr. M. Tyrše Hrdějovice	5	4	6	6	7	7	5	40	66
3. Richard Menšík	G, Boskovice	4	4	6	2	6	7	3	32	65
4. Martina Mrázová	ZŠ Palachova, Brandýs nad Labem	5	4	6	-	7	6	2	30	58
5. Melinka Čejpová	Arcibiskupské G, Praha	4	1	6	6	-	1	2	20	47
6. Martin Jirout	ZŠ Kuncova, Praha 5 - Stodůlky	5	5	6	2	-	7	-	25	44
7. Petr Kysela	G, Český Krumlov	3	5	6	6	-	6	2	28	43
8. Jason Sýkora	G K. Čapka, Dobříš	5	5	6	6	-	7	-	29	42
9. Ondřej Mendlík	ZŠ a MŠ Nerudova, Č. Budějovice	5	4	6	6	-	7	-	28	41
10.-11. Filip Mayer	ZŠ Svázná, Most	2	5	6	6	4	-	-	23	36
10.-11. Marek Roučka	ZŠ Dobřany	5	3	2	2	-	7	-	19	36
12. Filip Svatoš	Jungmannova ZŠ Beroun 2	5	5	6	-	-	6	-	22	35
13. Emílie Kimmrová	ZŠ a MŠ Kotlářská, Brno	4	5	6	2	-	5	-	22	34
14.-17. Vojtěch Kubišta	ZŠ Jakuba Arbesa, Most	3	1	5	1	4	4	-	18	33
14.-17. Marek Tóth	G, Ústí nad Orlicí	5	4	-	2	-	-	-	11	33
14.-17. František Urban	G, Benešov	4	5	-	-	-	7	-	16	33
14.-17. Tobiáš Vágner	G J. Vrchlického, Klatovy	4	4	2	-	-	7	-	17	33
18. Anna Neumannová	22. základní škola Plzeň	4	5	6	6	-	-	-	21	32
19.-20. Kristýna Kuldová	G Tišnov	5	2	6	2	-	-	1	16	30
19.-20. Aneta Mužíková	ZŠ Hornická, Tachov	2	2	6	6	-	-	-	16	30
21. Laura Kvíčalová	ZŠ a MŠ Petra Strozzioho Praha 8	5	5	4	2	-	4	-	20	29
22.-23. Filip Macák	ZŠ a MŠ Třebízského, Kralupy nad	4	4	6	2	-	-	-	16	28
22.-23. Monika Pachlopníková	ZŠ Brno, Sirotkova 36	4	5	-	-	-	6	-	15	28
24.-25. Richard Kulda	ZŠ a MŠ Dolní Loučky	-	3	6	2	-	-	-	11	25
24.-25. Anna Ličková	G, Litoměřická, Praha	5	4	-	-	-	7	-	16	25
26.-27. Julie Carolina Mecnerová	G, Cheb	3	5	6	-	-	-	-	14	24
26.-27. Štěpán Smolík	G Christiana Dopplera, Praha	5	-	6	-	-	-	-	11	24
28.-29. Karel Olšar	G, Český Krumlov	-	3	-	2	-	-	-	5	21
28.-29. Viktorie Zemanová	ZŠ Kralovice	4	1	-	1	-	4	-	10	21
30. Tobias Závěský	ZŠ Hornická, Tachov	-	5	6	2	-	-	-	13	20
31.-33. Adam Abd El Dayem	ZŠ a MŠ Třebízského, Kralupy nad	-	-	-	-	-	-	-	-	19
31.-33. Elen Kršková	G, Mikulov	5	-	-	-	-	7	-	12	19
31.-33. Antonín Žaloudek	G J. Blahoslava, Ivančice	-	-	-	-	-	-	-	-	19
34. Johana Vacková	22. základní škola Plzeň	-	-	-	-	-	-	-	-	18
35.-37. Viktor Bachmann	ZŠ Glowackého, Praha 8 - Troja	-	2	-	2	-	-	-	4	17
35.-37. Martin Krob	ZŠ Husovo náměstí, Rakovník	-	-	-	-	-	-	-	-	17
35.-37. Ema Vacková	Fakultní ZŠ pPedF UK Praha 13	-	-	-	-	-	-	-	-	17
38. Klára Benáková	ZŠ s RVMPP, Teplice, Buzulucká	4	-	3	2	-	-	-	9	16
39.-41. Magda Nováčková	ZŠ T. G. Masaryka Klatovy IV	3	5	-	-	-	-	-	8	15
39.-41. Kristýna Rybková	ZŠ Úvoz, Brno	-	-	-	-	-	-	-	-	15
39.-41. Zuzana Švábková	ZŠ Hornická, Tachov	-	-	3	-	-	-	-	3	15
42.-43. Eliška Hauptová	G J. V. Jirsíka, Č. Budějovice	-	-	-	-	-	-	-	-	14

	jméno <i>Student Pilný</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
			5	6	6	7	7	7	43		
42.–43.	<i>Ema Paseková</i>	Masarykovo G, Vsetín	4	0	6	1	–	3	–	14	14
44.	<i>Martin Rakusan</i>	ZŠ sv. Voršily Praha 1	–	–	–	–	–	–	–	–	13
45.	<i>Václav Červený</i>	ZŠ Hornoměcholupská, Praha 10	–	–	–	–	–	–	–	–	12
46.–48.	<i>Jakub Fízel</i>	G dr. A. Hrdličky, Humpolec	–	–	–	–	–	–	–	–	11
46.–48.	<i>Patrik Chlup</i>	ZŠ Boskovice	–	0	4	–	–	–	–	4	11
46.–48.	<i>Jan Karafiát</i>	ZŠ Třebachovice pod Orebem	–	–	–	–	–	–	–	–	11
49.–50.	<i>Štěpán Michalička</i>	ZŠ Kuncova, Praha 5 - Stodůlky	–	–	–	–	–	–	–	–	10
49.–50.	<i>Matěj Oplť</i>	ZŠ a MŠ Dobratická, Praha 9	–	–	–	–	–	–	–	–	10
51.	<i>Martin Rakušan</i>	ZŠ sv. Voršily Praha 1	4	5	–	–	–	–	–	9	9
52.–54.	<i>Eva Bayerová</i>	G Matyáše Lercha, Brno	–	–	–	–	–	–	–	–	8
52.–54.	<i>Petr Novotný</i>	ZŠ a MŠ Radostín nad Oslavou	–	–	–	–	–	–	–	–	8
52.–54.	<i>Ondřej Provalil</i>	ZŠ Bakalovo nábreží, Brno	4	2	–	2	–	–	–	8	8
55.–56.	<i>Zuzana Koplíková</i>	Gymnázium Brno-Bystrc	–	–	–	2	–	–	–	2	5
55.–56.	<i>Vít Savula</i>	ZŠ O. Nedbala, České Budějovice	–	5	–	–	–	–	–	5	5
57.	<i>Ema Junová</i>	ZŠ Klausova, Praha 13	–	–	–	–	–	–	–	–	4
58.–59.	<i>Aneta Czechowská</i>	ZŠ Praha 9 - Satalice	–	–	–	–	–	–	–	–	3
58.–59.	<i>Pavla Leščinská</i>	G J. Heyrovského, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	3
60.	<i>Anna Marie Stachová</i>	ZŠ Mendelova, Praha 4	–	–	–	–	–	–	–	–	1
61.	<i>Jáchym Straka</i>	ZŠ a MŠ Prokopa Diviše Znojmo -	–	–	–	–	–	–	–	–	0

Kategorie sedmých ročníků

	jméno <i>Student Pilný</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
			5	5	6	6	7	7	7		
1.	<i>Oleg Šatánek</i>	ZŠ J. A. Kom. Hradec Králové	5	4	6	6	7	7	5	40	83
2.	<i>Lukáš Kopecký</i>	G, Litomyšl	5	5	6	6	6	7	4	39	79
3.	<i>Vladimír Kotsch</i>	Gymnázium Sázavská Praha 2	5	4	6	6	6	7	3	37	77
4.	<i>Viktorie Snášelová</i>	Masarykovo G, Plzeň	5	5	6	6	5	7	4	38	74
5.	<i>Pavel Doskočil</i>	G, Žamberk	5	5	6	3	6	7	7	39	68
6.	<i>Lukáš Laštovička</i>	G Neumannova, Žďár n. S.	4	5	6	3	5	6	6	35	66
7.	<i>Fabien Bartůněk</i>	G a SOŠP, Čáslav	5	5	6	6	4	6	3	35	65
8.	<i>Antonín Vácha</i>	ZŠ Chrudim 3	5	5	6	6	5	7	2	36	64
9.	<i>Alžběta Průšová</i>	G a SOŠ, Rokycany	2	4	6	6	4	7	2	31	63
10.	<i>Tobiáš Radkovský</i>	G prof. J. Patočky, Praha	5	5	6	6	6	–	2	30	60
11.–12.	<i>Václav Bláha</i>	ZŠ a MŠ Školní 93., Švihov	4	1	6	6	6	7	2	32	58
11.–12.	<i>Metoděj Šámal</i>	ZŠ ul. 5. května, Liberec 1	5	5	6	6	4	6	–	32	58
13.	<i>Blanka Nováková</i>	ZŠ a MŠ Krídlovická, Brno	5	4	6	5	7	7	2	36	57
14.–16.	<i>Jaroslav Motlík</i>	G Opatov, Praha	5	5	3	6	7	–	–	26	54
14.–16.	<i>Thea Pauzerová</i>	Mensa G, Praha 6	5	5	6	6	–	7	2	31	54
14.–16.	<i>Lada Vyslouzilová</i>	ZŠ Verdunská, Teplice	4	5	6	6	4	7	–	32	54
17.	<i>Míchal Klapetek</i>	Biskupské G, Brno	5	4	5	6	–	6	–	26	52
18.–19.	<i>Eva Brožovičová</i>	Podkrušnohorské G, Most	5	5	6	2	4	7	2	31	51
18.–19.	<i>Andrea Vaníková</i>	G, Sušice	5	5	6	2	–	7	–	25	51
20.–22.	<i>Kateřina Bartková</i>	Gymnázium Brno-Bystrc	4	4	6	2	2	7	–	25	50
20.–22.	<i>Natálie Hnětkovská</i>	G, Benešov	5	5	6	6	–	7	–	29	50
20.–22.	<i>Martin Houška</i>	G a SOŠ, Rokycany	4	1	6	6	–	7	2	26	50
23.–24.	<i>David Hložek</i>	ZŠ Vybíralova, Praha 9 - Černý M	–	4	–	2	6	7	3	22	46
23.–24.	<i>Valentýna Sochorová</i>	G, Olomouc-Hejčín	5	5	6	6	–	7	–	29	46
25.–26.	<i>Tomáš Kvapil</i>	PORG, Praha	5	4	6	6	–	6	–	27	43
25.–26.	<i>Anna Převětivá</i>	G, Litoměřická, Praha	5	5	6	6	–	7	–	29	43
27.	<i>Miroslav Rozpráva</i>	ZŠ Kuncova, Praha 5 - Stodůlky	5	5	6	6	–	–	2	24	42

jméno	škola	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
<i>Student Pilný</i>	MFF UK	5	6	6	7	7	7	7	43	86
28.–29. <i>Kamil Aghayev</i>	G, Roudnice nad Labem	5	4	3	0	2	7	4	25	41
28.–29. <i>Michal Bartoš</i>	ZŠ Veronské náměstí, Praha	5	5	6	6	–	–	–	22	41
30.–32. <i>David Kříž</i>	G P. de Coubertina, Tábor	4	4	6	5	–	7	–	26	40
30.–32. <i>Lucie Ornstová</i>	G nám. E. Beneše, Kladno	4	5	6	6	–	–	–	21	40
30.–32. <i>Bartoloměj Stoklásek</i>	ZŠ Troubelice	5	4	6	6	–	–	–	21	40
33.–34. <i>Pavla Holečková</i>	Jungmannova ZŠ Beroun 2	5	2	6	6	–	7	–	26	39
33.–34. <i>Štěpán Hrabina</i>	Jungmannova ZŠ Beroun 2	5	5	5	2	–	6	–	23	39
35.–38. <i>Eliška Humlová</i>	G, Cheb	5	5	6	2	–	–	–	18	38
35.–38. <i>Dita Křížková</i>	Sportovní G, Plzeňská, Kladno	5	4	6	2	–	7	–	24	38
35.–38. <i>Domínk Stoklasek</i>	ZŠ Troubelice	5	5	6	6	–	–	–	22	38
35.–38. <i>František Šustr</i>	Fak. ZŠ při PedF UK, Praha 5	5	4	6	6	–	5	–	26	38
39. <i>Jan Hanousek</i>	ZŠ a MŠ Jičín	5	5	6	6	–	–	–	22	37
40.–42. <i>Henryk Berka</i>	G, Roudnice nad Labem	4	4	6	2	4	6	–	26	36
40.–42. <i>Eva Kišová</i>	ZŠ U Vorliny, Vlašim	5	4	6	2	–	–	–	17	36
40.–42. <i>Jakub Laichmann</i>	G a ZUŠ, Šlapanice	5	5	6	–	–	–	–	16	36
43.–45. <i>Lucie Bělová</i>	G Opatov, Praha	3	1	6	2	–	6	–	18	35
43.–45. <i>Věra Štanclová</i>	G, Sušice	1	3	1	6	–	7	–	18	35
43.–45. <i>Štěpán Vlasák</i>	G Jiřího z Poděbrad, Poděbrady	1	5	6	–	–	5	–	17	35
46. <i>Sofie Dusatko</i>	G a ZŠ G. Jarkovského, Praha	5	5	6	–	–	–	–	16	34
47.–49. <i>Kristýna Musilová</i>	ZŠ T. G. Masaryka Mnichovice	5	4	–	5	–	–	–	14	33
47.–49. <i>Kateřina Suchopárová</i>	G a SOŠP, Čáslav	3	5	6	2	–	6	–	22	33
47.–49. <i>Jakub Štych</i>	ZŠ T. G. Masaryka Zruč-Senec, čas	1	2	2	2	1	7	–	15	33
50. <i>Lukáš Mindoš</i>	ZŠ a MŠ Podkrušnohorská, Litvínov	5	2	6	4	–	–	–	17	32
51. <i>Petr Hubený</i>	G K. Čapka, Dobříš	3	2	6	2	–	3	–	16	30
52. <i>Jan Kadlec</i>	ZŠ a MŠ Školní 93., Švihov	5	4	6	6	–	–	–	21	29
53.–54. <i>Zuzana Čechová</i>	G, Benešov	–	1	–	6	–	6	–	13	28
53.–54. <i>Radim Hamuš</i>	ZŠ Roudnice nad Labem	–	–	–	–	–	–	–	–	28
55. <i>Matěj Vacek</i>	ZŠ T. G. M. Lomnice nad Popelkou	4	3	5	2	–	–	–	14	27
56.–57. <i>Mikuláš Mazanec</i>	G a JŠ, Břeclav	5	4	–	2	–	3	–	14	26
56.–57. <i>Antonín Wedell</i>	První české G, Karlovy Vary	–	0	5	3	–	6	–	14	26
58.–60. <i>Daria Proňková</i>	G Ústavní, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	25
58.–60. <i>Marie Ježková</i>	ZŠ T. G. Masaryka Rokycany	5	5	6	0	4	5	–	25	25
58.–60. <i>Marek Pavlík</i>	ZŠ Jubilejní, Nový Jičín	4	2	–	6	–	–	–	12	25
61.–64. <i>Tarek Abd El Dayem</i>	ZŠ a MŠ Třebízského, Kralupy nad	–	–	–	–	–	–	–	–	24
61.–64. <i>Jarmila Bakošová</i>	G, Bučovice	5	–	6	–	–	–	–	11	24
61.–64. <i>Šárka Hornychová</i>	ZŠ Comenského, Náchod	3	2	6	–	–	–	–	11	24
61.–64. <i>Adéla Súkeníková</i>	ZŠ, Liberecká 26, Jablonec	5	5	6	–	–	–	–	16	24
65. <i>Jakub Fišer</i>	Fakultní ZŠ při PedF UK Praha 5	5	5	6	2	–	5	–	23	23
66.–70. <i>Patricie Hanzlíčková</i>	G Stříbro	4	5	–	–	–	–	–	9	22
66.–70. <i>Jan Josef Veselý</i>	Purkyňovo G, Stáznice	–	4	–	–	–	–	–	4	22
66.–70. <i>Anna Ljubopytnova</i>	ZŠ Na Dlouhém lánu, Praha 6	3	2	1	1	–	3	–	10	22
66.–70. <i>Daria Nikulina</i>	ZŠ J. Valčíka, Ostrava-Poruba	–	–	–	–	–	–	–	–	22
66.–70. <i>Pavel Wildumetz</i>	G, Kadaň	4	2	–	2	–	7	–	15	22
71.–73. <i>Phuong Uyen Nguyen</i>	ZŠ Uhelný trh, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	21
71.–73. <i>Vojta Slavík</i>	LINGUA UNIVERSAL Litoměřice	5	1	3	2	–	–	–	11	21
71.–73. <i>Adam Šustr</i>	ZŠ Tolstého, Klatovy	–	4	3	2	–	6	–	15	21
74.–75. <i>Aneta Kurtincová</i>	Masarykovo G, Plzeň	2	1	6	6	–	2	1	18	20
74.–75. <i>Max Novotný</i>	G a SOŠZE, Vyškov	–	–	–	–	–	–	–	–	20
76.–79. <i>Sára Binderová</i>	ZŠ a MŠ Třebízského, Kralupy nad	–	1	–	2	–	5	–	8	19
76.–79. <i>Lucie Hejplíková</i>	G Stříbro	–	–	–	–	–	–	–	–	19
76.–79. <i>Kryštof Hering</i>	G Mikulášské n. 23, Plzeň	–	–	–	–	–	–	–	–	19

jméno <i>Student Pilný</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
		5	5	6	6	7	7	7		
76.–79. Marek Měřva	G Orlová	–	–	–	–	–	–	–	–	19
80.–83. Dai DoMính	ZŠ a MŠ Chelčického, Praha 3	5	0	6	2	–	–	–	13	18
80.–83. Kristýna Nečasová	G, Písnická, Praha	5	–	6	2	–	–	–	13	18
80.–83. Adam Petroušek	G, Benešov	–	–	–	–	–	–	–	–	18
80.–83. Tomáš Rataj	ZŠ Stupkova, Olomouc	–	–	–	–	–	–	–	–	18
84.–88. Vojtěch Tenzing Ciler	ZŠ a MŠ Studenec	–	3	–	–	–	–	–	3	17
84.–88. Kateřina Červená	G J. Vrchlického, Klatovy	–	–	–	–	–	–	–	–	17
84.–88. Matyáš Sechovec	ZŠ a MŠ Vodárenská, Kladno - Kro	–	–	–	–	–	–	–	–	17
84.–88. Jaroslav Slováček	Wichterlovo G, Ostrava	–	–	–	–	–	–	–	–	17
84.–88. Vanesa Sovová	ZŠ a MŠ Brankovice, Tasova, Neso	–	2	6	–	–	–	–	8	17
89.–91. Donika Basha	ZŠ T. G. Masaryka Česká Kamenice	4	0	4	2	–	6	–	16	16
89.–91. Karel Karaarslan	ZŠ a MŠ Červený vrch, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	16
89.–91. Rostislav Novák	ZŠ Liberec 23	4	5	–	1	–	–	–	10	16
92. Jan Foldyna	Anglofonní základní škola, z. ú.	3	4	–	4	–	–	–	11	15
93.–94. Nella Peabody	G, Litoměřická, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	14
93.–94. Lenka Petrášová	ZŠ Porubská, Ostrava-Poruba	–	–	–	–	–	–	–	–	14
95.–101. Martin Balada	ZŠ a MŠ Prokopa Diviše Znojmo -	–	–	–	–	–	–	–	–	13
95.–101. Bára Beníčková	ZŠ Horní, Brno	–	–	–	–	–	–	–	–	13
95.–101. Erika Dovalová	ZŠ Boženy Němcové, Nový Bor	–	2	–	–	–	3	–	5	13
95.–101. Radek Kučerka	ZŠ a MŠ Podkrušnohorská, Litvínov	–	–	–	–	–	–	–	–	13
95.–101. Tadeáš Nečas	G a JŠ, Břeclav	–	–	–	–	–	–	–	–	13
95.–101. Valérie Svobodová	Nový PORG, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	13
95.–101. Marek Šaroch	ZŠ Jitřní, Praha 4	–	–	–	–	–	–	–	–	13
102.–103. Domínik Němejc	ZŠ Komenského, Horažďovice	–	–	–	–	–	–	–	–	12
102.–103. Jan Nešpor	ZŠ Hroznová, Brno	4	0	–	–	–	–	–	4	12
104.–111. Eva Brejchová	ZŠ Palachova, Brandýs nad Labem	–	–	–	–	–	–	–	–	11
104.–111. Jan Brouček	ZŠ Chotěšov	–	–	–	–	–	–	–	–	11
104.–111. Hugo Engel	ZŠ Jitřní, Praha 4	–	–	–	–	–	–	–	–	11
104.–111. Lukáš Charvát	G a SOŠP, Čáslav	–	–	–	–	–	–	–	–	11
104.–111. Vendelín Kubeš	G a ZUŠ, Šlapanice	–	1	–	2	–	–	–	3	11
104.–111. Eliška Plachá	G J. Palacha, Mělník	–	–	–	–	–	–	–	–	11
104.–111. Štěpán Polanský	ZŠ Velké Popovice	4	1	–	2	–	4	–	11	11
104.–111. Barbora Zárubová	ZŠ Divišov	–	–	–	–	–	–	–	–	11
112.–114. Natálie Hlaváčková	G Nad Štolou, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	10
112.–114. Štěpán Kalista	ZŠ Masarykovo nám., Říčany	–	–	–	–	–	–	–	–	10
112.–114. Magda Štochlová	G a SOŠ, Rokycany	–	–	–	–	–	–	–	–	10
115.–117. Michal Ivánek	G, SpgŠ, OA a JŠ Znojmo	–	–	–	–	–	–	–	–	9
115.–117. Štěpánka Kubartová	Arcibiskupské G, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	9
115.–117. Mojmír Němec	G Christiana Dopplera, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	9
118.–121. Martina Bednářová	G, Benešov	–	–	–	–	–	–	–	–	8
118.–121. Jan Koumoušský	ZŠ Okružní, Rakovník	–	–	–	–	–	–	–	–	8
118.–121. Mikuláš Krubner	G, Benešov	–	–	–	–	–	–	–	–	8
118.–121. Adam Řezníček	ZŠ Hradec nad Moravicí	–	–	–	–	–	–	–	–	8
122.–125. Jaroslav Hampejs	ZŠ s RVMPP, Teplíce, Buzulucká	–	–	–	–	–	–	–	–	7
122.–125. Jakub Janošek	ZŠ T. G. Masaryka Mnichovice	–	–	–	–	–	–	–	–	7
122.–125. David Nguyen	G, Kadaň	–	–	–	–	–	–	–	–	7
122.–125. Alena Renzová	G, Litomyšl	–	–	–	–	–	–	–	–	7
126.–127. Karolína Múdrová	ZŠ Na Smetance, Praha 2	–	–	–	–	–	–	–	–	6
126.–127. Oliver Slavíček	G, Cheb	–	–	–	–	–	–	–	–	6
128.–131. David Dalíhod	Základní škola Pražáčka Praha 3	–	–	–	–	–	–	–	–	5
128.–131. Lukáš Chrástek	Purkyňovo G, Stáznice	–	–	–	–	–	–	–	–	5

jméno	škola	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
<i>Student Pilný</i>	MFF UK	5	5	6	6	7	7	7	43	86
128.–131. <i>Lev Isnyuk</i>	ZŠ a MŠ Chelčického, Praha 3	1	4	–	–	–	–	–	5	5
128.–131. <i>Vít Sychra</i>	ZŠ Boskovice	5	–	–	–	–	–	–	5	5
132.–133. <i>Eliška Andreattová</i>	Mensa G, Praha 6	–	–	–	2	–	–	–	2	2
132.–133. <i>Barbora Mojžíšová</i>	Mensa G, Praha 6	–	–	–	2	–	–	–	2	2

Kategorie osmých ročníků

jméno	škola	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
<i>Student Pilný</i>	MFF UK	5	6	6	7	7	7	7	38	76
1. <i>Adam Houdek</i>	ZŠ a MŠ , Březová	–	5	6	6	7	7	7	38	76
2. <i>Erik Macek</i>	G Opatov, Praha	–	5	6	6	7	7	5	36	71
3.–4. <i>Matěj Dudek</i>	ZŠ Pardubice – Polabiny	–	5	6	6	7	7	4	35	68
3.–4. <i>Matěj Křivánek</i>	G, Moravské Budějovice	–	5	6	6	7	7	4	35	68
5. <i>Emma Polcarová</i>	Sportovní G, Plzeňská, Kladno	–	5	6	6	6	7	7	37	65
6. <i>Jakub Vávra</i>	G Mikulášské n. 23, Plzeň	–	5	6	6	6	–	3	26	58
7. <i>Dario Heinrich</i>	G a ZUŠ, Šlapanice	–	5	6	5	7	7	3	33	57
8. <i>Radim Zikmund</i>	ZŠ Tuchlovice	–	5	4	6	4	6	1	26	56
9. <i>Aneta Brzokoupilová</i>	Jungmannova ZŠ Beroun 2	–	5	6	6	6	7	3	33	55
10. <i>Eliška Knopfová</i>	ZŠ J. A. Kom. Hradec Králové	–	5	6	6	4	7	2	30	54
11.–12. <i>Rozálie Michaela Furchová</i>	G, Židlochovice	–	1	6	2	5	6	6	26	53
11.–12. <i>Jan Horský</i>	G, Brno-Řečkovice	–	5	6	6	7	7	–	31	53
13. <i>Magdalena Čejpová</i>	Arcibiskupské G, Praha	–	5	6	6	5	1	2	25	52
14.–15. <i>Amálie Hlávková</i>	ZŠ, Znojmo, Mládeže 3	–	5	6	2	6	7	2	28	51
14.–15. <i>Roman Velko</i>	ZŠ Kuncova, Praha 5 - Stodůlky	–	4	6	5	4	7	2	28	51
16.–18. <i>Mariana Hořínková</i>	Wichterlovo G, Ostrava	–	5	6	6	7	7	2	33	49
16.–18. <i>Ondřej Laštovička</i>	G Neumannova, Ždár n. S.	–	5	6	3	–	6	2	22	49
16.–18. <i>Tadeáš Smička</i>	ZŠ Dr. Hrubého, Šternberk	–	5	6	5	6	7	4	33	49
19. <i>Květa Bouchalová</i>	G, Olomouc-Hejčín	–	5	6	6	7	–	4	28	48
20.–21. <i>Viktor Novák</i>	Nový PORC, Praha	–	2	6	5	4	7	1	25	47
20.–21. <i>Jan Roháč</i>	ZŠ Tuchlovice	–	4	5	6	6	6	–	27	47
22.–23. <i>Julie Judásková</i>	G a SOŠZE, Vyškov	–	5	6	6	4	1	3	25	46
22.–23. <i>Barbora Petrásková</i>	28. základní škola Plzeň	–	5	6	6	4	6	–	27	46
24. <i>Marek Růžička</i>	G, Brno-Řečkovice	–	5	6	6	7	–	2	26	45
25.–29. <i>Marek Bauckmann</i>	G K. Čapka, Dobříš	–	4	4	2	4	7	–	21	41
25.–29. <i>Klára Kasalová</i>	G, Dačice	–	0	6	6	–	5	0	17	41
25.–29. <i>Kristián Mošna</i>	Základní škola Dědina	–	3	6	5	4	7	–	25	41
25.–29. <i>Angela Poláchová</i>	Biskupské G, Brno	–	5	6	5	7	–	2	25	41
25.–29. <i>Dominik Svatoš</i>	G J. Barranda, Beroun	–	5	6	6	–	6	–	23	41
30.–31. <i>Kateřina Kučerová</i>	G J. Heyrovského, Praha	–	5	6	2	–	6	2	21	40
30.–31. <i>Antonín Šreiber</i>	ZŠ Skálova, Turnov	–	5	6	2	6	–	7	26	40
32.–34. <i>Marek Eliáš</i>	ZŠ Tuchlovice	–	2	6	6	4	5	–	23	39
32.–34. <i>Viktor Janda</i>	ZŠ Roudnice n.L.	–	5	6	2	0	7	–	20	39
32.–34. <i>Jakub Kolář</i>	G Opatov, Praha	–	5	6	4	7	7	3	32	39
35.–36. <i>Míchal Jirout</i>	ZŠ Kuncova, Praha 5 - Stodůlky	–	5	6	2	4	7	–	24	38
35.–36. <i>Darek Zápeca</i>	G a JŠ, Břeclav	–	5	6	6	3	4	2	26	38
37. <i>Tadeáš Grosser</i>	První české G, Karlovy Vary	–	5	6	2	–	5	–	18	37
38. <i>Vojtěch Saic</i>	ZŠ a MŠ Dobratická, Praha 9	–	4	6	5	5	–	–	20	36
39.–40. <i>Sofie Hana Klímová</i>	G, Brno-Řečkovice	–	5	6	6	7	–	–	24	35
39.–40. <i>Martina Merglová</i>	G a OA, Vrchlabí	–	2	–	6	–	–	–	8	35
41. <i>Klára Valentová</i>	Slovanské G, Olomouc	–	5	6	2	–	5	–	18	34

jméno <i>Student</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
		5	6	6	7	7	7	7	38	76
42. <i>Vojtěch Řada</i>	G, Benešov	-	4	6	-	2	-	-	12	33
43.-44. <i>Andrea Kozumplíková</i>	Klvaňovo G Kyjov	-	5	6	-	5	7	-	23	32
43.-44. <i>Adam Nikodým</i>	G a ZUŠ, Šlapanice	-	5	6	6	-	5	-	22	32
45.-47. <i>Viktor Brázda</i>	ZŠ újezd, Kyjov	-	4	6	6	4	1	2	23	31
45.-47. <i>Kateřina Kučerová</i>	G Ústavní, Praha	-	2	6	-	7	-	2	17	31
45.-47. <i>Jan Štábl</i>	ZŠ Bratří Čapků, Ústí nad Orlicí	-	-	1	1	6	6	3	17	31
48.-52. <i>Kryštof Bělák</i>	Neěmecká škola v Praze Praha 5	-	4	-	6	-	6	-	16	30
48.-52. <i>Vratislav Košina</i>	ZŠ a MŠ Věry Čáslavské, Praha 6	-	1	6	-	-	-	-	7	30
48.-52. <i>Vít Krejčí</i>	G Jana Nerudy, Praha	-	5	6	6	7	2	4	30	30
48.-52. <i>Vilém Semerák</i>	G, Českolipská, Praha	-	5	6	6	-	-	2	19	30
48.-52. <i>Denis Tichý</i>	ZŠ T. G. Masaryka Přelouč	-	-	-	-	-	-	-	-	30
53.-56. <i>Ota Košejn</i>	ZŠ náměstí Míru, Nový Bor	-	4	-	2	6	-	-	12	29
53.-56. <i>Ondřej Lisický</i>	Podkrušnohorské G, Most	-	4	3	6	-	-	-	13	29
53.-56. <i>Štěpán Peteráček</i>	ZŠ Schulz. sady, Dvůr Králové	-	1	2	4	4	1	-	12	29
53.-56. <i>Maria Šidorova</i>	První české G, Karlovy Vary	-	-	3	6	-	5	3	17	29
57.-60. <i>Amélie Lišková</i>	G a ZUŠ, Šlapanice	-	-	-	-	-	-	-	-	28
57.-60. <i>Lukáš Loukota</i>	G Stříbro	-	4	6	2	6	-	-	18	28
57.-60. <i>Alexandra Valihračová</i>	Klvaňovo G Kyjov	-	3	6	2	2	-	2	15	28
57.-60. <i>Jan Zámečník</i>	Biskupské G, Brno	-	3	4	6	-	6	-	19	28
61. <i>Vladimír Pertlík</i>	ZŠ a MŠ nám. Jiřího z Lobkovic,	-	0	6	2	2	5	0	15	27
62.-63. <i>Jan Bezděk</i>	ZŠ Náchod - Plhov	-	1	3	0	7	-	1	12	26
62.-63. <i>Matyáš Páv</i>	ZŠ J. A. Komenského Louny	-	5	5	2	-	-	-	12	26
64.-70. <i>Zuzana Bartíková</i>	Wichterlovo G, Ostrava	-	4	-	0	-	-	-	4	25
64.-70. <i>Eduard Bräuner</i>	G T. G. Masaryka, Litvínov	-	3	5	2	2	5	-	17	25
64.-70. <i>Eva Freyová</i>	ZŠ a MŠ Kravsko	-	4	6	2	-	-	-	12	25
64.-70. <i>Ela Hájková</i>	G J. Jungmanna, Litoměřice	-	5	5	2	-	7	-	19	25
64.-70. <i>Antonín Strída</i>	ZŠ a MŠ Lutín	-	4	6	2	4	-	-	16	25
64.-70. <i>Lukáš Vávra</i>	ZŠ Balbínova, Příbram II	-	3	2	1	-	7	-	13	25
64.-70. <i>Anna Wodinská</i>	ZŠ Praha 9 - Lehovec	-	-	6	3	-	7	-	16	25
71.-75. <i>Stella Klapáčová</i>	G Opatov, Praha	-	-	-	-	-	-	-	-	24
71.-75. <i>Kristián Kocman</i>	G a ZŠ G. Jarkovského, Praha	-	4	6	6	-	-	-	16	24
71.-75. <i>Marek Škoda</i>	G Nad Kavalírkou, Praha	-	1	6	2	6	7	2	24	24
71.-75. <i>Miroslav Štajner</i>	ZŠ Komenského, Hořovice	-	1	6	6	7	1	3	24	24
71.-75. <i>Filip Žoha</i>	G Opatov, Praha	-	4	4	2	-	6	-	16	24
76.-78. <i>Flora Eisner</i>	G, Litoměřická, Praha	-	5	6	6	-	6	-	23	23
76.-78. <i>Jakub Kadeřávek</i>	ZŠ Vybíralova, Praha 9 - Černý M	-	5	6	2	-	-	-	13	23
76.-78. <i>Jan Pertlík</i>	ZŠ a MŠ nám. Jiřího z Lobkovic,	-	0	6	0	-	5	0	11	23
79.-81. <i>Viktor Horák</i>	ZŠ J. A. Komenského Kyjov	-	5	-	2	-	-	-	7	22
79.-81. <i>Radek Špánek</i>	Mendelovo G, Opava	-	1	-	2	-	7	2	12	22
79.-81. <i>Patrik Vihan</i>	G Opatov, Praha	-	4	6	2	-	-	-	12	22
82.-84. <i>Gleb Baulin</i>	První české G, Karlovy Vary	-	3	5	2	4	-	1	15	21
82.-84. <i>Adéla Blechová</i>	ZŠ Kralovice	-	1	4	2	-	6	1	14	21
82.-84. <i>Tereza Konvičková</i>	G, Benešov	-	4	6	6	-	-	-	16	21
85.-89. <i>Michal Blahoš</i>	G, Benešov	-	1	6	6	-	-	-	13	20
85.-89. <i>Šimon Klich</i>	SPŠ stavební J. Gočára, Praha	-	4	6	6	-	-	-	16	20
85.-89. <i>Filip Kopenc</i>	ZŠ Palachova, Brandýs nad Labem	-	1	4	6	-	-	1	12	20
85.-89. <i>Anežka Sedláčková</i>	G a ZŠ G. Jarkovského, Praha	-	-	-	-	-	-	-	-	20
85.-89. <i>Natalie Zemanová</i>	G J. Škody, Přerov	-	-	-	-	-	-	-	-	20
90.-92. <i>Hana Bayerová</i>	G, Slovanské náměstí, Brno	-	5	6	2	-	1	1	15	19
90.-92. <i>Nelly Hajerová</i>	ZŠ T. G. Masaryka Česká Kamenice	-	-	-	-	-	-	-	-	19

jméno <i>Student Pilný</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
		5	6	6	7	7	7	7	38	76
90.–92. <i>Karolína Vtípilová</i>	ZŠ Hrušovany nad Jevišovkou	–	5	6	2	–	–	–	13	19
93.–97. <i>Agnes Hlaváčová</i>	ZŠ Nepomucká, Praha 5 - Košíře	–	2	4	–	–	4	–	10	18
93.–97. <i>Šimon Janovec</i>	ZŠ sv. Margity Púchov	–	1	5	6	4	–	2	18	18
93.–97. <i>Benjamin Rmoutil</i>	Základní škola Pražačka Praha 3	–	–	–	–	–	–	–	–	18
93.–97. <i>Daniel Stehlík</i>	G Legionářů, Příbram	–	–	–	–	–	–	–	–	18
93.–97. <i>Klára Vindišová</i>	Jungmannova ZŠ Beroun 2	–	2	–	–	4	–	–	6	18
98.–100. <i>Matyáš Churavý</i>	EKO G, Brno	–	5	–	2	–	5	–	12	17
98.–100. <i>Josef Jaglarz</i>	ZŠ Hrušovany nad Jevišovkou	–	5	5	6	1	–	–	17	17
98.–100. <i>Petr Zelinka</i>	G Brno, tř. Kpt. Jaroše	–	3	5	6	–	–	–	14	17
101.–102. <i>Laura Jurcickova</i>	FZŠ při PedF UK Barrandov	–	–	–	–	–	–	–	–	16
101.–102. <i>Ondřej Seitl</i>	ZŠ Hálkova, Olomouc	–	–	–	–	–	–	–	–	16
103.–106. <i>Jan Bernard</i>	G, Žamberk	–	5	–	6	–	–	–	11	14
103.–106. <i>Eva Hanušová</i>	G dr. J. Pekaře, Ml. Boleslav	–	–	–	6	–	–	–	6	14
103.–106. <i>Laura Lobíková</i>	G a ZŠ G. Jarkovského, Praha	–	4	6	2	–	–	–	12	14
103.–106. <i>Isabela Železná</i>	ZŠ Kremnická, Kutná Hora	–	5	–	3	–	6	–	14	14
107.–109. <i>Václav Bělka</i>	ZŠ Okružní, Rakovník	–	4	–	2	–	–	–	6	13
107.–109. <i>Sofia Husáková</i>	ZŠ Univerzum s.r.o. Praha	–	2	–	–	–	–	–	2	13
107.–109. <i>Tomáš Janda</i>	ZŠ Tolstého, Klatovy	–	4	4	–	–	–	–	8	13
110.–114. <i>Pavel Adameec</i>	G, Sokolov	–	–	–	–	–	–	–	–	12
110.–114. <i>Alexandr Husák</i>	Masarykova ZŠ, Ždánice	–	–	–	–	–	–	–	–	12
110.–114. <i>Stella Libosvárová</i>	G a ZŠ G. Jarkovského, Praha	–	–	–	2	–	6	–	8	12
110.–114. <i>Richard Sadílek</i>	ZŠ Bílovice nad Svitavou	–	–	–	–	–	–	–	–	12
110.–114. <i>Vojtěch Slabý</i>	ZŠ Ratibořická, Praha 9 - Horní	–	–	–	–	–	–	–	–	12
115.–119. <i>Šimon Hák</i>	G a SOŠ, Jilemnice	–	0	–	5	–	4	–	9	11
115.–119. <i>Nela Hudecová</i>	G Opatov, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	11
115.–119. <i>Štěpánka Kostrounová</i>	Klvaňovo G Kyjov	–	–	–	–	–	–	–	–	11
115.–119. <i>Matěj Ondrušek</i>	G, Vídeňská, Brno	–	–	–	–	–	–	–	–	11
115.–119. <i>Václav Sojka</i>	G a ZUŠ, Šlapanice	–	1	6	–	–	–	–	7	11
120.–124. <i>Erna Bízová</i>	G, Ohradní, Praha-Michle	–	–	–	–	–	5	–	5	10
120.–124. <i>Michaela Bližňáková</i>	G, Lesní čtvrť, Zlín	–	3	5	2	–	–	–	10	10
120.–124. <i>Magdalena Hyhlíková</i>	G Nad Kavalírkou, Praha	–	4	–	–	–	4	2	10	10
120.–124. <i>Lukáš Kasan</i>	G O. Havlové, Ostrava	–	–	–	1	–	–	–	1	10
120.–124. <i>Matouš Průcha</i>	G, Česká Lípa	–	–	–	–	–	–	–	–	10
125.–127. <i>Nathan Holda</i>	G J.Ž.	–	–	–	–	–	–	–	–	9
125.–127. <i>Petr Slováček</i>	ZŠ Tolstého, Klatovy	–	3	1	–	–	–	–	4	9
125.–127. <i>Štěpán Tůma</i>	ZŠ a MŠ Raduň	–	4	–	–	–	–	–	4	9
128.–133. <i>Laura Drbohlavova</i>	G Opatov, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	8
128.–133. <i>Václav Duda</i>	ZŠ Komenského, Horažďovice	–	4	–	–	–	–	–	4	8
128.–133. <i>Alma Františka Čiháková</i>	ZŠ a MŠ Bílá, Praha 6	–	–	–	–	–	–	–	–	8
128.–133. <i>Domínik Hlaváč</i>	G, Budějovická, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	8
128.–133. <i>Seungmo Koo</i>	ZŠ Brána jazyků, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	8
128.–133. <i>David Záhorský</i>	G Nad Kavalírkou, Praha	–	–	–	0	4	4	–	8	8
134.–137. <i>Aleš Doležal</i>	ZŠ Nádražní, Vyškov	–	–	–	–	–	–	–	–	7
134.–137. <i>Tomáš Kosek</i>	G, Čelákovice	–	–	–	–	–	–	–	–	7
134.–137. <i>Yaroslava Meleshchenko</i>	ZŠ s RVMPP, Teplice, Buzulucká	–	–	–	–	–	–	–	–	7
134.–137. <i>Jaroslav Učík</i>	ZŠ Husovo náměstí, Rakovník	–	–	–	–	–	–	–	–	7
138.–145. <i>Tobiáš Batěk</i>	ZŠ nám. Jiřího z Poděbrad, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	5
138.–145. <i>Christian Bracháček</i>	G, Cheb	–	–	–	–	–	–	–	–	5
138.–145. <i>Emma Burešová</i>	Jiráskovo G, Náchod	–	–	–	–	–	–	–	–	5

jméno <i>Student Pilný</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
		5	6	6	7	7	7	7	38	76
138.–145. <i>Jan Foltýn</i>	Klvaňovo G Kyjov	–	–	–	–	–	–	–	–	5
138.–145. <i>Zuzana Hušková</i>	ZŠ Hrušovany nad Jevišovkou	–	–	–	–	–	–	–	–	5
138.–145. <i>Ondřej Ševela</i>	Klvaňovo G Kyjov	–	–	–	–	–	–	–	–	5
138.–145. <i>Jáchym Šleška</i>	ZŠ Haškova, Uničov	–	–	–	–	–	–	–	–	5
138.–145. <i>Teodor Tama</i>	ZŠ Nad Vodovodem, Praha 10	–	1	2	2	–	–	–	5	5
146.–149. <i>Kryštof Kašing</i>	ZŠ a MŠ Pustá Polom	–	–	–	–	–	–	–	–	4
146.–149. <i>Aleš Myšička</i>	ZŠ Husovo náměstí, Rakovník	–	–	–	–	–	–	–	–	4
146.–149. <i>Adm Ondřej</i>	Mendelovo G, Opava	–	–	–	–	–	–	–	–	4
146.–149. <i>Jan Váňa</i>	G, Tachov	–	–	–	–	–	–	–	–	4
150. <i>Filip Beránek</i>	ZŠ Lysice	–	–	–	–	–	–	–	–	3
151.–153. <i>Jaroslav Hynk</i>	ZŠ a MŠ Hliníky, Olešnice	–	–	–	–	–	–	–	–	2
151.–153. <i>Martina Nosková</i>	Mensa G, Praha 6	–	–	–	2	–	–	–	2	2
151.–153. <i>Šimon Pučálka</i>	ZŠ Divišov	–	–	–	–	–	–	–	–	2
154. <i>Ondřej Kulháněk</i>	FZŠ prof. O. Chlupa, Praha	–	0	–	–	–	–	–	0	1

Kategorie devátých ročníků

jméno <i>Student Pilný</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
		5	6	6	7	7	7	7	38	76
1. <i>Anna Matiašková</i>	G, Turnov	–	5	6	6	7	7	7	38	75
2.–3. <i>Jana Feldebabelová</i>	ZŠ Jemnice	–	4	6	6	7	7	4	34	72
2.–3. <i>Max Kenčík</i>	ZŠ Kuncova, Praha 5 - Stodůlky	–	4	6	6	7	7	7	37	72
4.–5. <i>Akim Sklenka</i>	G, Žamberk	–	5	6	6	7	6	7	37	71
4.–5. <i>Sámo Šatánek</i>	ZŠ a MŠ Telecí	–	4	6	6	7	7	5	35	71
6. <i>Daniel Průvrtivý</i>	G Arcus, Praha	–	5	6	6	7	7	5	36	69
7.–9. <i>Petr Barták</i>	Slovanské G, Olomouc	–	5	6	6	7	7	7	38	68
7.–9. <i>Alex Faivre</i>	G J. A. Komenského, Uh. Brod	–	5	6	6	7	7	6	37	68
7.–9. <i>Petr Mareš</i>	ZŠ a MŠ Třebízského, Kralupy nad	–	4	6	6	7	6	4	33	68
10.–15. <i>Svetlana Achedzak</i>	G Christiana Dopplera, Praha	–	5	6	6	7	7	6	37	66
10.–15. <i>Martin Černý</i>	G Teplice	–	4	6	6	6	7	4	33	66
10.–15. <i>Jonáš Fiala</i>	G, Čelákovice	–	5	6	2	7	6	7	33	66
10.–15. <i>Charlotte Hosszú</i>	G B. Němcové, HK	–	4	6	6	6	7	7	36	66
10.–15. <i>Marie Hrubá</i>	G Volgogradská 6a, Ostrava	–	4	6	6	7	7	6	36	66
10.–15. <i>Martin Podpěra</i>	G Ústavní, Praha	–	5	6	6	6	7	4	34	66
16. <i>Tamara Dědková</i>	G, Roudnice nad Labem	–	4	6	6	6	7	4	33	65
17. <i>Martin Myška</i>	G B. Němcové, HK	–	5	6	6	7	7	3	34	64
18.–19. <i>Jan Chalupa</i>	ZŠ E. Rošického, Jihlava	–	5	6	6	7	4	2	30	60
18.–19. <i>Barbora Samková</i>	ZŠ Prodložená, Pardubice	–	4	6	6	6	7	2	31	60
20. <i>Josef Eliáš Formánek</i>	G, Křenová, Brno	–	5	6	6	6	7	2	32	58
21. <i>Matěj Sochor</i>	G prof. J. Patočky, Praha	–	4	6	5	7	7	3	32	57
22. <i>Hana Dziková</i>	Klvaňovo G Kyjov	–	3	6	5	5	7	4	30	56
23.–25. <i>Alice Dědicová</i>	ZŠ Amálská, Kladno	–	5	6	6	6	7	–	30	55
23.–25. <i>Lucie Kolářová</i>	G, Dačice	–	5	6	6	5	6	4	32	55
23.–25. <i>Lucie Víšková</i>	OPEN GATE Říčany	–	4	6	2	7	7	2	28	55
26.–27. <i>Aneta Kaniová</i>	G Orlová	–	4	5	1	7	7	4	28	54
26.–27. <i>Běla Poláčková</i>	ZŠ Mírová, Ústí nad Labem	–	5	6	2	4	7	1	25	54
28. <i>Julie Krčmařová</i>	G Volgogradská 6a, Ostrava	–	2	6	2	6	7	3	26	53
29. <i>Samuel Zubák</i>	G, Olomouc-Hejčín	–	1	6	1	7	4	3	22	51
30.–31. <i>Přemek Man</i>	ZŠ a MŠ Červený vrch, Praha	–	5	6	6	6	2	1	26	50
30.–31. <i>Ester Zátoková</i>	G, Frenštát pod Radhoštěm	–	5	6	2	5	–	–	18	50
32.–34. <i>Karel Hlaváček</i>	G Christiana Dopplera, Praha	–	3	6	4	4	3	2	22	48
32.–34. <i>Matyáš Kulháněk</i>	Masarykovo G, Plzeň	–	5	6	6	6	7	2	32	48

jméno <i>Student</i>	škola <i>Pilný</i>	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
		5	6	6	7	7	7	7	38	76
32.–34. Jan Kuneš	G, Žatec	-	4	6	6	4	-	-	20	48
35.–37. Hoang Ngan Nguyen	Klvaňovo G Kyjov	-	5	6	6	5	7	4	33	47
35.–37. Marie Prokešová	G Brno, tř. Kpt. Jaroše	-	4	6	6	4	7	-	27	47
35.–37. Martin Vávra	ZŠ O. Březiny Jaroměřice n/R.	-	5	6	6	7	5	4	33	47
38. Ondřej Pátek	G Ústavní, Praha	-	1	6	6	6	-	-	19	44
39. Dominik Kudr	ZŠ a MŠ Studenec	-	5	-	2	7	4	3	21	43
40.–41. Matěj Knop	G Christiana Dopplera, Praha	-	-	6	6	4	-	2	18	41
40.–41. Antonín Slezák	ZŠ Prodloužená, Pardubice	-	4	-	6	-	7	-	17	41
42. Filip Rezek	G J.Ž.	-	5	6	2	6	-	2	21	40
43. Martin Kalenský	G, Nová Paka	-	4	-	6	-	5	-	15	39
44.–47. Helena Blažková	ZŠ a MŠ Osečná	-	5	-	6	4	-	2	17	38
44.–47. Lucie Pinkerová	ZŠ a MŠ Školní, Švihov	-	3	6	2	-	7	2	20	38
44.–47. Martin Rippl	ZŠ a MŠ Osečná	-	5	2	6	3	7	3	26	38
44.–47. Juraj Štefina	CZŠ sv. Gorazda, Prešov	-	4	5	4	5	7	-	25	38
48.–49. Mazmilián Gabštůr	ZŠ Politických vězňů, Slaný	-	2	4	2	5	7	-	20	37
48.–49. Magdaléna Krížová	G dr. A. Hrdličky, Humpolec	-	5	6	2	6	-	-	19	37
50. Nela Žalská	ZŠ Dr. M. Tyrše, Česká Lípa	-	2	2	2	5	7	1	19	36
51.–52. Michal Bělohávek	ZŠ JAK, Karlovy vary	-	5	6	2	-	6	-	19	35
51.–52. Amaliya Jamgaryan	ZŠ nám. Jiřího z Poděbrad, Praha	-	5	6	6	4	-	2	23	35
53.–54. Margarita Sboeva	G Nad Štolou, Praha	-	5	-	2	4	6	3	20	34
53.–54. Matěj Skala	ZŠ Týnec nad Sázavou	-	1	6	2	-	7	-	16	34
55.–57. Václav Bittner	ZŠ Křtiny	-	1	1	-	5	6	-	13	32
55.–57. Josef Turek	G, Šumperk	-	5	6	-	-	-	-	11	32
55.–57. Matěj Tydlitát	ZŠ T. G. Masaryka, Praha 12	-	2	6	2	-	-	-	10	32
58. František Kopl	G, Budějovická, Praha	-	4	6	2	0	-	2	14	31
59.–60. Pavlína Havelková	ZŠ a MŠ T. G. Masaryka Hovorany	-	1	4	2	3	6	1	17	30
59.–60. Vojtěch Vydra	ZŠ Dobřany	-	5	6	6	-	-	-	17	30
61. Ondřej Šimek	15. základní škola Plzeň	-	1	4	2	4	7	1	19	29
62.–63. Jonáš Bartok	G B. Němcové, HK	-	1	6	6	7	6	2	28	28
62.–63. Aneta Mičulková	G P. Bezruč, Frýdek-Místek	-	5	-	-	-	7	2	14	28
64. Mazmilián Ožana	G F. Hajdy, Ostrava	-	2	5	6	6	6	2	27	27
65.–67. Lucie Emma Koběrská	G Orlová	-	-	-	-	-	-	-	-	25
65.–67. Jan Kulhavý	Masarykovo G, Příbor	-	3	4	-	-	-	-	7	25
65.–67. Aneta Přikrylová	G, Zábřeh	-	-	-	-	-	-	-	-	25
68. James Warren Honců	Wichterlovo G, Ostrava	-	5	6	6	7	-	-	24	24
69.–71. Ondřej Bohatý	G Opatov, Praha	-	-	-	-	-	-	-	-	23
69.–71. Hana Bolková	ZŠ Ú Obory Praha 10 - Uhřetěves	-	2	6	2	-	5	2	17	23
69.–71. Karolína Krugová	Nový PORG, Praha	-	2	4	0	1	0	0	7	23
72.–75. Eldar Abkerimov	ZŠ Kuncova, Praha 5 - Stodůlky	-	-	-	-	-	-	-	-	21
72.–75. Šárka Koldušková	ZŠ a MŠ Věry Čáslavské, Praha 6	-	2	6	6	-	-	-	14	21
72.–75. Jan Václav Turek	ZŠ Komenského, Horažďovice	-	-	-	-	-	-	-	-	21
72.–75. Natálie Weissová	ZŠ Znojmo, nám. Republiky 9	-	4	-	1	-	7	-	12	21
76. Max Boušek	ZŠ Husovo náměstí, Rakovník	-	-	-	-	-	-	-	-	20
77. Martin Kubíček	ZŠ Plešivec, Český Krumlov	-	-	-	-	-	-	-	-	18
78.–80. Zuzana Kýřová	ZŠ nám. Svornosti, Brno	-	5	-	-	-	-	-	5	17
78.–80. Michal Patzak	G J. Jungmanna, Litoměřice	-	-	-	-	-	-	-	-	17
78.–80. Ludmila Rezková	G Jiřího z Poděbrad, Poděbrady	-	-	-	-	-	-	-	-	17
81. Filip Borkovec	G, Křenová, Brno	-	5	6	5	-	-	-	16	16
82.–86. Barbora Bělková	G Mikulášské n. 23, Plzeň	-	-	-	-	-	-	-	-	15
82.–86. Jiří Kodýtek	ZŠ a MŠ Školní, Švihov	-	-	-	-	-	-	-	-	15
82.–86. David Kroupa	ZŠ Kunice	-	-	-	-	-	-	-	-	15

	jméno <i>Student Pilný</i>	škola MFF UK	1	2	3	4	5	E	V	II	Σ
			5	6	6	7	7	7			
82.–86.	<i>Jan Míka</i>	G Ludka Pika, Plzeň	–	0	2	2	2	–	–	6	15
82.–86.	<i>Edita Volešová</i>	PORG, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	15
87.–89.	<i>Anna Kadlecová</i>	OPEN GATE Říčany	–	–	–	–	–	–	–	–	14
87.–89.	<i>Kateřina Kašparová</i>	ZŠ Tuchlovice	–	4	–	–	–	–	–	4	14
87.–89.	<i>Jan Moravec</i>	ZŠ Nábřeží, Jeseník	–	–	–	–	–	–	–	–	14
90.	<i>Angelika Basha</i>	ZŠ T. G. Masaryka Česká Kamenice	–	0	4	2	–	7	–	13	13
91.	<i>Šimon Tykvart</i>	ZŠ J. Hlávky Přeštice	–	–	–	–	–	–	–	–	12
92.–94.	<i>David Březovský</i>	ZŠ Znojmo, nám. Republiky 9	–	–	–	–	–	–	–	–	11
92.–94.	<i>Tomáš Holakovský</i>	ZŠ Čechova, Rokycany	–	–	–	–	–	–	–	–	11
92.–94.	<i>Theresie Konkolska</i>	ZŠ a MŠ J. A. Komenského Praha 6	–	–	–	–	–	–	–	–	11
95.–97.	<i>Aneta Bezpalcová</i>	ZŠ T. G. Masaryka Litoměřice	–	1	–	2	–	–	–	3	9
95.–97.	<i>Veronika Kubínová</i>	ZŠ Štěnovice	–	–	–	–	–	–	–	–	9
95.–97.	<i>Nikol Nemerádová</i>	G, Olomouc-Hejčín	–	–	–	–	–	–	–	–	9
98.–99.	<i>Eliška Fleková</i>	G B. Němcové, HK	–	–	–	–	–	–	–	–	8
98.–99.	<i>Michal Váňa</i>	ZŠ T. G. M. Lomnice nad Popelkou	–	4	–	2	–	–	–	6	8
100.–101.	<i>Violeta Honišová</i>	G, Jeseník	–	–	–	–	–	–	–	–	7
100.–101.	<i>Matěj Králík</i>	ZŠ Štěchovice	–	–	–	–	–	–	–	–	7
102.–104.	<i>Lukáš Koma</i>	G Legionářů, Příbram	–	–	–	–	–	–	–	–	6
102.–104.	<i>Anna Kotvová</i>	ZŠ Zbiroh	–	–	–	–	–	–	–	–	6
102.–104.	<i>Michelle van Luxemburg</i>	ZŠ a MŠ Věry Čáslavské, Praha 6	–	–	–	–	–	–	–	–	6
105.–110.	<i>Jakub Fabián</i>	ZŠ Školní, Železný Brod	–	–	–	–	–	–	–	–	5
105.–110.	<i>Václav Petráš</i>	G Ústavní, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	5
105.–110.	<i>Julie Pindorová</i>	ZŠ, Dělnická, Karviná	–	–	–	–	–	–	–	–	5
105.–110.	<i>Sofie Pindorová</i>	ZŠ, Dělnická, Karviná	–	–	–	–	–	–	–	–	5
105.–110.	<i>Luisa Troupová</i>	PORG, Praha	–	–	–	–	–	–	–	–	5
105.–110.	<i>Michal Žárský</i>	Masarykovo G, Příbor	–	–	–	–	–	–	–	–	5
111.–112.	<i>Veronika Hájková</i>	ZŠ Josefa Ressla, Pardubice	–	–	–	–	–	–	–	–	4
111.–112.	<i>Elen Klusáčková</i>	G, Litomyšl	–	–	–	–	–	–	–	–	4
113.	<i>Valerie Labuťová</i>	G, Nový Bydžov	–	–	–	–	–	–	–	–	3



*Korespondenční seminář Výfuk
UK, Matematicko-fyzikální fakulta
V Holešovičkách 2
180 00 Praha 8*

www: <https://vyfuk.mff.cuni.cz>

e-mail: vyfuk@vyfuk.mff.cuni.cz

 /ksvyfuk  @ksvyfuk

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.