



Zadání VI. série



Termín odeslání: 18. 5. 2026 20.00

Úloha VI.1 ... Rozhodovací ⑥ ⑦

5 bodů

Zajisté jste už někdy zažili situaci, ve které jste měli dvě možnosti. Nemohli jste se pro žádnou z nich rozhodnout, napadlo vás tedy hodit si mincí. Co když bude ale možností více nebo byste při rozhodování měli k dispozici místo mince kostku?

Kolik nejméně hodů byste potřebovali, abyste si pomocí kostky zaručeně dokázali spravedlivě zvolit jednu ze tří možností? A kolik hodů by bylo potřeba pro možnosti čtyři? Dalo by se rozhodnout mezi čtyřmi možnostmi i pomocí mince? Pokud ano, kolik hodů mincí by k tomu bylo potřeba?



Úloha VI.2 ... Kamion ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

5 bodů

Řidiči kamionů stráví na cestách velice dlouho, a tak si občas chtějí tento čas všemi možnými (i nelegálními) způsoby zkrátit. Nemohou však jezdit příliš rychle, neboť mají v kamionu umístěné zařízení, jež monitoruje jejich rychlost podle tachometru. Onen tachometr však vypočítává okamžitou rychlost podle počtu otáček kol za sekundu. Rychlost tudíž závisí na poloměru kol kamionu. Vychytralý řidič si tak může na technické prohlídce, kde tachometr kalibrují, nasadit jiná kola, než která používá normálně, a tachometr si nechat schválně zkalibrovat špatně. Na takto špatně zkalibrovaném tachometru pak bude svítit „jenom“ maximální povolená rychlost, zatímco ve skutečnosti bude fluta uhánět rychleji.

Vojtu (čistě z fyzikálního hlediska) zajímalo, jestli si takový podvodník nasadí na prohlídku větší, nebo menší kola než ta, s nimiž obvykle jezdí? Jestliže standardně používá kola o poloměru $r = 38$ cm a chce mimo obec jet rychlostí $v = 85$ km·h⁻¹ namísto rychlosti $v_t = 80$ km·h⁻¹ ukazované na tachometru. Na jaký poloměr kol r_t si musí nechat zkalibrovat tachometr? Kolik času si tímto podvodem ušetří, pokud skutečnou rychlostí v ujede vzdálenost $s = 1\,000$ km?

Úloha VI.3 ... Dostřel stříkačky ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

6 bodů

Max doma při kontrolování přenosné lékárníčky našel lékařskou injekční stříkačku. Protože se Max zajímá o fyziku, napadlo ho zjistit, do jaké největší výšky by se stříkačkou mohl dostříknout. Stříkačka má tvar válce s průměrem 12 mm, který se na konci zužuje do krátké trubičky s průměrem 1 mm. Do jaké maximální výšky nad konec stříkačky voda dosáhne, pokud Max stříkačku stlačuje konstantní rychlostí 5,4 cm·s⁻¹ a míří s ní přímo nahoru?

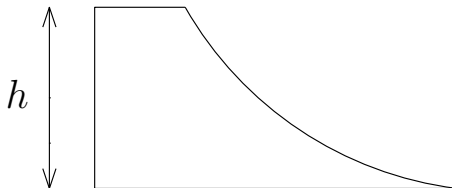


Úloha VI.4 ... Rampa na ledě ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

7 bodů

Výfučka uchvátili zimní olympionici závodící na U-rampě a chtěl si vyzkoušet něco podobného – a to za každou cenu. Sehnal si proto takovou poloviční U-rampu a jelikož měl hory daleko, vyrazil s ní na zamrzlý rybník na brusle.

Jaké konečné rychlosti vůči ledu Výfuček dosáhne, když z výšky h z klidu sjede rampu, která se nachází volně na ledě a může se tudíž volně pohybovat? Uvažujte, že se Výfuček o hmotnosti m i rampa o hmotnosti M pohybují bez tření a že je Výfučkova konečná rychlost tečná k zemi. Odpor vzduchu neuvažujte.



Obrázek 1: Nákres rampy

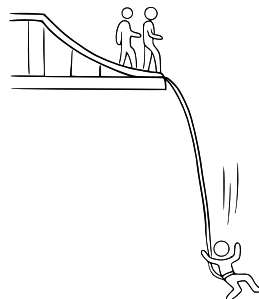
Úloha VI.5 ... Skyfall ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

8 bodů

Organizátoři Výfuku se rozhodli jít na bungee jumping. Než skočí, chtějí si pro jistotu vypočítat, jestli skok přežijí. Zjistili si, že lano, na kterém budou přivázáni, je 12 m dlouhé a jeho tuhost je $260 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Dále zjistili, že most, ze kterého budou skákat, je 33 m vysoký a průměrný organizátor váží 65 kg.

Při řešení úlohy uvažujte, že lano je nehmotné, jeho zadaná délka je klidová a odpor vzduchu je v tomto případě zanedbatelný.

1. Organizátory zajímalo, jakou nejvyšší rychlostí při pádu poletí a jak vysoko v tu chvíli budou. V jaké výšce nad povrchem dosáhnou padající organizátoři nejvyšší rychlosti?
2. Jak bude tato rychlost velká?
3. V jaké výšce nad zemí budou organizátoři ve chvíli, kdy je lano poprvé zastaví? Přežijí nakonec tento skok, tzn. zastaví je lano dříve, než narazí do země?



Úloha VI.E ... Těžký hod ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

8 bodů

Organizátoři Výfuku se na letním táboře rozhodli, že se pokusí zjistit, kdo z nich dohodí nejdál. Protože si ale neujasnili pravidla, házel každý jiným předmětem, což ovlivnilo výsledky soutěže.

Určete, jak moc mohly být výsledky ovlivněny. Změřte závislost maximální vzdálenosti, do které dohodíte, na hmotnosti předmětu, kterým házíte. Pro každou hmotnost proveďte alespoň pět pokusů, které následně zprůměrujte.

Z naměřených výsledků sestrojte graf závislosti maximální délky hodu na hmotnosti házeného předmětu. Vhodným předmětem může být např. PET láhev, do které budete postupně přilévát vodu.

Úloha VI.V ... Co je to to plazma? ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

7 bodů

1. S plazmatem se můžeme setkat ve velmi rozličných podmínkách, viz tabulka 1.

Druhy plazmatu	$\frac{T_e}{\text{K}}$	$\frac{n_e}{\text{m}^{-3}}$
Mezgalaktické prostředí	$10^4 - 5 \cdot 10^7$	$1 - 10^3$
Mlhoviny	$10^3 - 5 \cdot 10^4$	$10^2 - 10^7$
Sluneční vítr	$10^4 - 10^5$	$10^5 - 10^9$
Ionosféra	$10^3 - 10^4$	$10^7 - 10^{12}$
Doutnavý výboj	$5 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^4$	$10^{13} - 10^{19}$
Blesky	$5 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^5$	$10^{23} - 10^{25}$
Tokamaky	$10^7 - 10^8$	$10^{18} - 10^{24}$
Inerciální fúze	$10^7 - 10^8$	$10^{26} - 10^{30}$
Jádra hvězd	$10^7 - 10^8$	$10^{30} - 10^{35}$
Sluneční koróna	$5 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^6$	$10^{11} - 10^{16}$

Tabulka 1: Rozpětí koncentrací a teploty elektronů pro jednotlivé druhy plazmatu.

- (a) Doplňte jednotlivé druhy plazmatu do obr. 2.
- (b) Vypočítejte maximální hodnotu plazmatických veličin (Debyeovu délku, plazmatickou frekvenci a parametr) pro plazma v mlhovinách a v jádrech hvězd.
- (c) Do obr. 2 vyznačte teploty, kdy se tepelná energie elektronu vyrovná ionizační energii vodíku (13,6 eV) a ionizační energii helia (24,6 eV).
2. V homogenním plazmatu v tokamaku probíhá termojaderná reakce deuteria s tritiem. Koncentrace deuteria a tritia jsou stejné a dohromady tvoří celkovou koncentraci iontů $n = 2 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-3}$. Plazma má objem $V = 100 \text{ m}^3$ a teplotu $T = 15 \text{ keV}$. Pro tuto teplotu je fúzní reaktivita $\langle \sigma v \rangle = 10^{-22} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a celková energie uvolněná jednou reakcí je $E_F = 17,6 \text{ MeV}$.

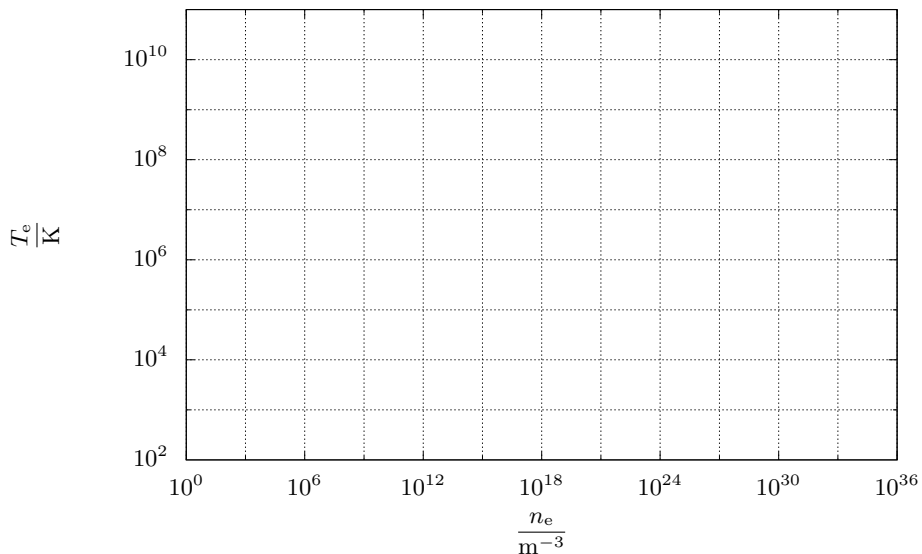
- (a) Určete reakční rychlost na jednotku objemu R_V .
- (b) Vypočítejte celkový počet fúzních reakcí za sekundu v celém objemu plazmatu a určete celkový fúzní výkon uvolněný v plazmatu.

Nápověda: Pro reakční rychlost fúzní reakce platí vztah

$$R_V = n_1 n_2 \langle \sigma v \rangle,$$

kde n_1 a n_2 jsou koncentrace reaktantů a $\langle \sigma v \rangle$ je fúzní reaktivita.

Poznámka Text seriálu naleznete na našem webu.



Obrázek 2: Graf druhů plazmatu na doplnění



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

www: <https://vyfuk.org>

e-mail: vyfuk@vyfuk.org

 [/ksvyfuk](https://www.facebook.com/ksvyfuk)  [@ksvyfuk](https://www.instagram.com/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/>.