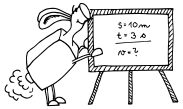
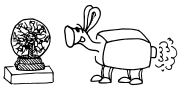


Zadání III. série



Termín odeslání: 6. 1. 2020 20.00

Úloha III.1 ... Liščí ohon ❻ ❼

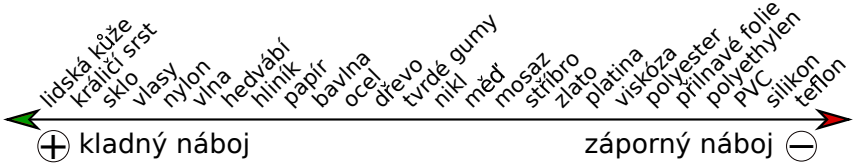
5 bodů

V soutěži kouzelníků zazářilo číslo se statickou elektřinou. Třením plastové (PVC) trubky o vlasy a následným přiložením trubky na plechovku kouzelník onu plechovku nabil záporně – přesunul na ni záporně nabité částice. Potom vzal plechovku jinou, třením nabitou tyč k ní jen zevnitř přiblížil, dotkl se plechovky zvenku prstem, a tak ji nabil kladně.

1. Co by musel kouzelník udělat jinak, kdyby použil skleněnou tyčinku a třel ji o tvrdou gumu?

2. Jakým materiálem by musel třít kus silikonu, aby se po dotknutí silikonem plechovky tato plechovka nabila kladně?

Pomůže vám triboelektrická řada, kde jsou materiály seřazeny podle toho, který „chce“ kladný (nebo záporný) náboj více. Pokud o statické elektřině ještě mnoho nevíte, podívejte se na náš seznam videí: `https://bit.ly/34EE6Zd`.



Obr. 1: Triboelektrická řada

Úloha III.2 ... Limonádový Dan ❻ ❼ ❽ ❾

5 bodů

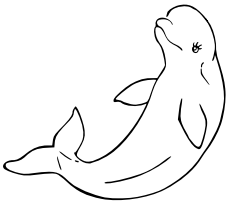
Dan si při sledování svého oblíbeného filmu Limonádový Joe vzpomněl, jak si v létě za deštivého dne koupil svoji oblíbenou Kolalokovu limonádu. Intenzita deště tehdy byla $R = 1\,\mathrm{mm{\cdot}min^{-1}}$ (za minutu dosáhla nově spadlá vrstva nevsáknuté vody výšky jednoho milimetru). Dan má limonádu rád v kelímcích o poloměru $r = 2{,}5\,\mathrm{cm}$ a nejraději ji upíjí pravidelně každých deset minut.

Kolik limonády musí takto pravidelně upíjet, aby hladina v kelímku zase klesla na úroveň před deseti minutami, tedy mu vlastně neubývala? Jestliže si koupil $V_0 = 3\,\mathrm{dl}$ limonády, která je 50% roztokem chutné složky ve vodě, určete, za jak dlouho nebude Dan chtít limonádu pít. Jeho mez chutnosti pro limonádu (nejnižší hodnota koncentrace, při které mu ještě chutná) je už na $C_\mathrm{h} = 45\,\%$.

Počítejte s tím, že hned po nákupu limonády Dan nejprve čeká deset minut a až pak upije.

Úloha III.3 ... Běluha speleolog ❻ ❼ ❽ ❾

6 bodů



Běluha si při plavbě v moři všimla ve skalní stěně jeskyně, ve které ještě nebyla, a ráda by ji prozkoumala (nedělá jí to problém, protože správná běluha umí plavat i pozpátku).

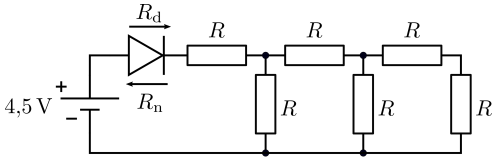
Rozhodla se předtím změřit její délku, a proto společně vyslala dva zvukové signály šířící se rychlostí c. První z nich se odrazil od skalní stěny, druhý od vzdáleného konce jeskyně a oba se vrátily zase zpět. Pokud běluha naměřila hloubku jeskyně l, jaký vnímala časový rozdíl mezi odraženými signály T? Počítejte s $c = 1\,500\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$ a $l = 75\,\mathrm{m}$.

Úloha III.4 ... Obvody s diodou ❻ ❼ ❽ ❾

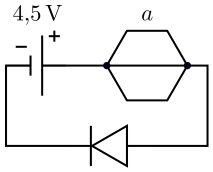
7 bodů

1. Na prvním obrázku vidíme obvod se stejnými odpory $R = 100\,\Omega$ a diodou. Pokud touto diodou prochází proud alespoň $I_\mathrm{d} = 20\,\mathrm{mA}$, rozsvítí se. Dioda má odpor $R_\mathrm{d} = 1\,\Omega$ v povoleném směru proudu (tj. tam, kam ukazuje trojúhelník) a odpor $R_\mathrm{n} = 10\,000\,\Omega$ ve směru opačném.

   - Bude dioda svítit, pokud je napětí na zdroji $U_\mathrm{z} = 4{,}5\,\mathrm{V}$?
   - Pokud bychom diodu zapojili opačně, jaké napětí by muselo být na zdroji, aby dioda svítila?



2. Na druhém obrázku máme jako odpor pravidelný šestiúhelník s úhlopříčkou. Je vyroben z odporového drátu s délkovým odporem $\varrho_l = 1\,\Omega{\cdot}\mathrm{m^{-1}}$. Jak nejvýše dlouhá může být jeho strana a, aby při připojení ke zdroji o napětí U_z dioda svítila? Uvažujte obě zapojení diody. Odpor vodičů, kterými připojíme zdroj a diodu k šestiúhelníku, zanedbejte.



Úloha III.5 ... Jeskyně a jídlo ❻ ❼ ❽ ❾ ★

7 bodů

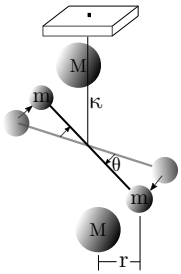
Na konci osmnáctého století jeden velice stydlivý muž jménem Henry Cavendish jako první člověk přesněji změřil tzv. gravitační konstantu G, která figuruje[1] v Newtonově gravitačním zákoně.

[1] I když se ve škole často setkáte se symbolem kappa (κ), tak ve vědě (a zejména teorii relativity, která se gravitací nejvíce zabývá) se již více používá symbol G.

K měření využil velmi přesné tzv. torzní váhy (viz obrázek), v nichž jsou konce lehkého vodorovného torzního ramena zatížené kuličkami o hmotnosti m. K těmto oběma koncům jsou ve vzdálenosti r přiblíženy *dvě* těžší koule o hmotnostech M. Na obou tak vzniká moment síly daný gravitační přitažlivostí mezi malými a velkými koulemi. Rameno je ve svém těžišti zavěšeno tzv. torzním závěsem, což je kterýkoli pevně ukotvený drát či tyč, který se při otáčení ramena kroutí. Jeho krut vytváří protichůdný moment síly, který je přímo úměrný torzní konstantě vlákna κ a úhlu stočení mezi jeho konci θ (neboli úhlu pootočení celého ramena) v radiánech.

1. Sestavte rovnici pro působící síly/momenty, vyjádřete z nich gravitační konstantu a upravte ji tak, aby fungovala, kdybychom θ měřili ve stupních.

2. Uvažujte, že všechny veličiny až na měřený úhel θ a samotnou konstantu G známe přesně. Nechť $\kappa = 2{,}3 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{N{\cdot}m}$, $m = 1\,\mathrm{kg}$, $M = 10\,\mathrm{kg}$, $r = 10\,\mathrm{mm}$ a přibližná hodnota úhlu je $\langle\theta\rangle = 0{,}2°$. Jaká by musela být délka celého ramena L, abychom při 1% relativní nejistotě měření úhlu dosáhli 1% nepřesnosti určení gravitační konstanty?[2] Vztáhněte ji k již známé přesné hodnotě získané jinou metodou: $6{,}674\,3 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{m^3{\cdot}kg^{-1}{\cdot}s^{-2}}$.



Obr. 2: Zjednodušené schéma torzních vah

Úloha III.E ... Na vlastní oči ❻ ❼ ❽ ❾

7 bodů

Jako fyzici se velmi často potřebujeme dívat skrze různé optické přístroje a na všelijaké obrazovky. Na našem mobilním telefonu nás zajímá rozlišení fotoaparátu, a když vezmeme do ruky dalekohled, využijeme jej právě k tomu, abychom rozeznali to, co by jinak nebylo možné. Jeden kvalitní optický přístroj, který máme téměř všichni, jsou naše oči. Jaké je úhlové rozlišení těch vašich?

Pokud nosíte brýle, nasaďte si je a změřte co nejpřesněji úhlové rozlišení vašeho oka. Úhlové rozlišení je nejmenší úhel mezi dvěma světelnými body takový, že je ještě rozeznáme od sebe. Například pokud bychom se dívali na noční oblohu a dvě hvězdy by byly moc blízko sebe, splynuly by nám v jednu. Při jejich postupném oddalování (rozevírání úhlu vycházejícího z našeho oka k nim) bychom je však začali rozeznávat.

Závisí vaše rozlišení na světelných podmínkách?

[2] Pro práci s nejistotami vám může pomoci náš tahák: `https://vyfuk.mff.cuni.cz/_media/jak_resit/tahak.pdf`.

Úloha III.V ... Bez driblování ❻ ❼ ❽ ❾ 7 bodů

1. Při volejbalu hodil Jirka svému kamarádovi vzdálenému 10 m míč na druhou půlku hřiště, ten ho obdržel za dvě pětiny sekundy. Mohl mu v chycení míče zabránit protihráč Aleš, který stál v polovině mezi oběma kamarády a je o 30 cm vyšší než bod, ze kterého Jirka hodil míč?

2. LeBron si ve volném čase házel míčem do koše tak, že vyskočil a házel tak ze stejné výšky jako koš. Protože házel z celé půlky hřiště, divil se mu jeho kamarád Kobe, že má tak přesné ruce, že se pokaždé trefí. Jestliže míč dosáhl maximální výšky 2 m nad košem, jakou největší rychlost do strany může míč mít, aby za dobu letu neuhnul z rovné dráhy o více než 23 cm, což je poloměr koše? V takovém případě by se LeBron již netrefil, ale on se přece trefí vždy.

Poznámka Text seriálu naleznete na našem webu.

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

www: `http://vyfuk.mff.cuni.cz`
e-mail: `vyfuk@vyfuk.mff.cuni.cz`

Výfuk je také na Facebooku
http://www.facebook.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.

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