

Úlohy k přednášce teoretická fyzika I

1. Kabina výtahu o hmotnosti M je v gravitačním poli o intenzitě g zvedána konstantní tažnou silou F . Ve výši l nad podlahou v kabině visí závaží o hmotnosti m . Ve chvíli, kdy má kabina rychlost v , přestřihneme závěs. Za jak dlouho dopadne závaží na podlahu?
Povšimněte si, které ze zadaných parametrů ve výsledku nevystupují. Dalo se to předem očekávat a bylo možno na základě toho vyřešit příklad „bez počítání“?
2. Na rovníku stojí mrakodrap, jehož věž sahá do výšky 100 m. Z věže je puštěn kámen. Jak daleko od paty svislice dopadne?
Jedna z mých knih nabízí toto řešení: Pracujme v inerciální soustavě, která se pohybuje společně se zemským povrchem. Díky zemské rotaci se vrchol věže otáčí rychleji než její pata. V dané soustavě je proto kámen vržen vodorovně na východ rychlostí, která je přebytkem rychlosti vrcholu nad rychlostí paty. Problém je proto možné řešit jako vodorovný vrh. Je takto získaný výsledek fyzikálně správný?
3. Při malých rychlostech je odpor vzduchu úměrný druhé mocnině rychlosti tělesa. Vyřešte pohybovou rovnici pro volný pád. Jaké maximální rychlosti může těleso dosáhnout?
4. Houpačka se skládá z nehybného hladkého kamene poloměru R a z homogenní desky o rozměrech l , h a o hmotnosti M , která se po kmeni pohybuje bez klouzání. Určete Lagrangeovu funkci, podmínku stability a frekvenci malých kmitů.
5. Světlo met se otáčí jednou za sekundu. Jakou rychlostí se pohybuje světelná stopa, kterou vrhá na povrch Měsíce? Není výsledek v rozporu s teorií relativity?
6. Vlak o klidové délce 100 metrů projíždí relativistickou rychlostí tunelem o téže délce. Pro stojícího pozorovatele, který se dívá kolmo na střed hory, zmizí relativistickou kontrakcí zkrácený vlak na chvíli v tunelu. Pro pozorovatele, který se pohybuje zároveň se středem vlaku rovnoběžně s kolejemi, má vlak svou klidovou délku a zkrácený je tunel. Takže vlak mu nikdy zcela nezmizí z očí.
Ve chvíli, kdy se oba pozorovatelé setkají, zdá se podle předchozího, že první by měl vidět přečnivat tunel, zatímco druhý by měl vidět přečnivat vlak. Jak vysvětlit tento rozpor?
7. Stejně zdatní běžci trénují tak, že vybíhají na terénní trať s periodou $T = 1$ minuta a pohybují se rychlostí $w = 10$ km/h. Po trati jde proti nim chodec rychlostí $v = 5$ km/h. S jakou periodou ho běžci míjejí?
Pak je trénink obměněn tak, že běžci vybíhají s výše uvedenou periodou z vozidla, které se pohybuje po trati ve směru běhu rychlostí v . S jakou periodou, míjejí stojícího diváka?
Je výsledek v obou případech stejný? Odpovězte nejprve bez počítání a pak se přesvědčte výpočtem o správnosti své fyzikální intuice.
8. V knize Z. Mikuláška a Z. Pokorného „Sto astronomických omylů“ je posuzován let k nejbližší hvězdě a zpět rychlostí $0,2 c$, když zdrojem potřebné energie je anihilace hmoty a antihmoty. Autoři píší: „Z jednoduchých fyzikálních úvah vyplývá, že pro dopravu jednoho kilogramu užitečného zatížení k Proximě a zpět by bylo zapotřebí 0,625 kg antihmoty a stejné množství hmoty.“ Dovedete tyto jednoduché úvahy provést a přesvědčit se o správnosti výsledku?

9. Seřad'te chronologicky následující objevy:

- a) změření vzdálenosti nejbližších hvězd
- b) změření náboje elektronu
- c) objev pozitronu
- d) objev rozpínání vesmíru
- e) objev intermediálních bosonů (nositelů slabé interakce)
- f) objev gravitačních vln
- g) objev elektromagnetických vln
- h) změření zemského poloměru
- ch) uskutečnění telefonického spojení mezi Evropou a Amerikou
- i) prokázání existence atomového jádra

Můžete uvést i osobnosti spojené s uvedenými objevy.