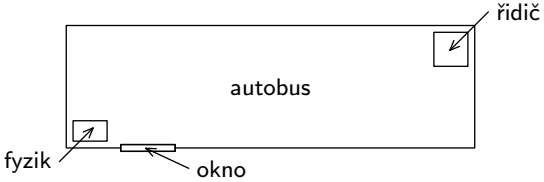
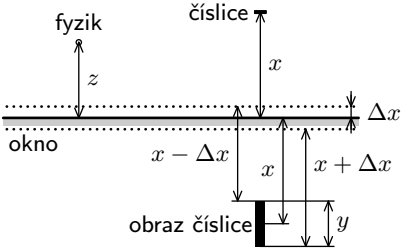
11. ročník, úloha III . 2 ... autobus *(4 body; průměr ?; řešilo 51 studentů)*

Při cestě autobusem se vám může přihodit následující podivná věc. Sedíte na zadním sedadle vpravo a díváte se z okna (viz obr. 1). Jelikož je noc, vidíte v něm také odraz digitálních hodin visících nad řidičem. Jede-li autobus pěkně po rovině, mají číslice odražené v okně zanedbatelnou tloušťku (viz obr. 1). Může se ale stát, že vlivem nerovností na vozovce a klepání motoru se okno rozkmitá a číslice se rozmažou tak, že vypadají 1 cm tlusté (viz obr. 1). S jak velkou amplitudou okno kmitá? Jaká musí být minimální frekvence, abychom neviděli jednotlivé kmity číslic?



Obr. 1

Okno autobusu lze považovat za rovinné zrcadlo. Rovinné zrcadlo vytváří obraz předmětu v určité vzdálenosti před zrcadlem, ve stejné vzdálenosti za zrcadlem. Označme x vzdálenost číslice od středu rovnovážné polohy okna, Δx amplitudu jeho kmitů. Nechť dále náš fyzikální přítel je ve vzdálenosti z od rovnovážné polohy okna. Potom obraz číslice, viz obrázek 2, bude v krajních polohách ve vzdálenostech $z - 2\Delta x + x$ a $z + 2\Delta x + x$ od fyzika. Je-li tloušťka čáry y, potom $\Delta x = y/4 = 0{,}25\,\mathrm{cm}$.



Obr. 2

Mnohem obtížnější je určení minimální frekvence kmitů okna. Lidské oko je schopno rozlišit dva světelné signály vzdálené od sebe alespoň 100 ms. Takový signál však na něj působí dojmem blikání a je mu i trochu nepříjemný. Světelné signály s frekvencí 20 Hz (perioda 50 ms) a výše budí dojem stálého zdroje světla. Je-li T perioda kmitů okna, potom *průměrná* doba mezi dvěma průchody obrazu číslic toutéž polohou, je $T/2$. Je potřeba si však uvědomit, že mezi jednotlivými průchody mohou být i řádově různé časové intervaly. Lze očekávat, že *průměrná* doba mezi dvěma průchody obrazu číslic toutéž polohou bude menší než 50 ms, ale ne příliš. Odtud lze odhadnout mezní frekvenci kmitů okna na asi 15 Hz. Je však potřeba dodat, že tato hodnota bude u každého člověka jiná.

Daniel Kráľ

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty UK MFF. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci UK MFF a podporován Ústavem teoretické fyziky UK MFF, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.