

Účinnost v akci

MIROSLAV BURDA

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická, Brno, Sokolská 1

Abstrakt: V rámci domácí přípravy na laboratorní práci si studenti sami vyrobí vozítko poháněné závažím a potom na něm v hodině hledají a měří polohovou i pohybovou energii, účinnost, atd. Příspěvek shrnuje dosavadní zkušenosti a důvody, proč může být přínosné takovou laboratorní práci zařadit.

Výroba vozítka

Výrobu vozítka je vhodné zadat 14 dní před termínem laboratorní práce při probírání tématu výkonu a účinnosti. Při zadávání se velmi osvědčilo předvést alespoň jedno vlastnoručně vyrobené vozítko, například ze stavebnice Merkur – získá se tím i odhad pracnosti výroby a zkušenosti, jak ovlivní zvolená konstrukce parametry vozítka.

Dále je vhodné předvést několik fotografií vozítek vyrobených studenty v předchozích letech (pokud nejsou, nic se neděje) a zdůraznit, že nejsou nijak omezeni v volbě konstrukce. Je vyzkoušené, že vozítko z tvrdého papíru, špejlí a CD může mít vynikající parametry. Jediný požadavek je, aby vozítko poháněla pouze potenciální energie tělesa.

Je také vyzkoušené, že vozítka konstruovaná se snahou o maximální ujetou dráhu nemají často příliš vysokou rychlost a obráceně. Je na studentech, aby se rozhodli, ve které oblasti chtějí dosáhnout lepších výsledků.

Konečně je třeba zdůraznit, že na hodnocení laboratorní práce nemají vliv technické parametry vyrobeného vozítka (i když by i zde měla být snaha o co nejlepší výsledky), ale pouze pochopení a správná aplikace znalostí o měřených veličinách.

Vozítko by mělo být alespoň jedno ve dvojici.

Účinný dojezd

Účinnost η , jak se obvykle učí na SŠ, se zavádí jako podíl výkonu a příkonu. Přitom výkon zde zřejmě bude pohybová energie vozítka E_k dělená časem a příkon bude polohová energie závaží E_p dělená časem, po zkrácení času pak dostaneme podíl pohybové energie vozítka a polohové energie závaží:

$$\eta = \frac{P}{P'} = \frac{\frac{E_k}{t}}{\frac{E_p}{t}} = \frac{E_k}{E_p}.$$

Za předpokladu neměnných ostatních parametrů se tedy při snaze o maximální účinnost budeme při konstrukci zaměřovat na maximální rychlost vozítka.

Je zajímavé, že vozítka s vysokou rychlostí obvykle moc daleko nedojedou a naopak. Proto byla pro účely této laboratorní práce zavedena veličina **účinný dojezd** d_u jako podíl dráhy s ujeté vozítkem a potenciální energie závaží E_p :

$$d_u = \frac{s}{E_p}.$$

Studenti zjišťují hodnoty obou veličin.

Průběh hodiny

Práce je záměrně zadaná poměrně stručně — studentům se v podstatě řekne něco ve smyslu: „změřte si potřebné hodnoty a vypočítejte obě veličiny účinnost a účinný dojezd“. Je potom na nich, jak k věci přistoupí. Cílem je, aby na maximum věci přišli sami, proto odpovědi na dotazy žádající podrobné pokyny zpočátku zní: „Najděte si v sešitě, zkuste na to přijít napřed sami, ...“ atd. Teprve kdyby to opravdu nikam nevedlo, přijde co možná nejmenší nápověda.

Je vyzkoušené, že časová dotace (2 vyučovací hodiny) je více než dostatečná a navíc schopnější dvojice obvykle ke konci už nemají co dělat, a tak radí ostatním. Je dobré, když si studenti spočítají obě veličiny hned v hodině a mají tak jednak kontrolu správnosti, jednak možnost porovnat výkony svých vozítek a diskutovat o příčinách rozdílů.

Zkušenosti aneb proč zařadit tuto laboratorní práci

Propojení teorie s realitou

Dvojkařům a dokonce i jedničkařům dělá velké problémy najít veličiny „z učebnic“ ve vozítku před sebou. Toto hledání a nalézání také považují za největší přínos celé laboratorní práce.

1. Například vztah pro kinetickou energii vozítka $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ většina třídy „vysype z rukávu“, ale kde mají najít to „ m “, nad tím už studenti váhají, zvláště, když ve vztahu pro polohovou energii $E_p = mgh$ je druhé „ m “; tentokrát ovšem hmotnost závaží.
2. Ještě větší problém je, jak změřit rychlost vozítka. Tato veličina se probírá poměrně podrobně a často se vyskytuje v úlohách. Přesto trvá obvykle několik minut, než studenti přijdou na to, že musí změřit dráhu a čas a vypočítat průměrnou rychlost.
3. Potom se zase — pro vyučujícího překvapivě — spokojí s průměrnou rychlostí za celou dobu pohybu a pouze některé napadne, aby zkusili změřit krátký úsek dráhy za krátký čas v situaci, kdy vozítko jede nejrychleji. Tady je často nutné na to studenty upozornit, jinak jim vyjde účinnost opravdu velmi malá.
4. Samostatnou kapitolou je potom samotný pojem účinnost. Řada studentů je velmi překvapena, že například vozítko, které přece jelo pomaleji, má vyšší účinnost pře-

měny polohové energie závaží na pohybovou energii vozítka, například proto, že mělo podstatně lehčí závaží.

5. Účinný dojezd je dobrým příkladem, že fyzikální veličiny „nepadají z nebe“, ale že je zavádíme podle potřeby. Jednotka účinného dojezdu je navíc příklad, jak se tvoří odvozené jednotky.

Další zkušenosti

1. Do výroby se mohou zapojit a často se i neaktivněji zapojí studenti, které obvyklý frontální způsob výuky příliš neoslovuje. Mají tak možnost získat lepší známky i lepší vztah k fyzice.

2. Co se naopak **ne**osvědčilo, bylo vyhlášení dodatečných jedniček za nejvyšší dosažené hodnoty obou veličin. I když v účinném dojezdu vyhrálo vozítko z „papundeklu“, vyrobené „na koleně“, v účinnosti bylo nejlepší vozítko vyrobené za pomoci otce studenta v domácí dílně, což vzbudilo nelibost a otrávenost části studentů, vzhledem k nemožnosti konkurovat i při nejlepší snaze v tak nerovných podmínkách.

3. Co se týká dosahovaných výsledků, bývají mezi vozítka značné rozdíly. Nejlepší mívají účinný dojezd přes 10 m/J a účinnost přes 50 %. Většina vozítek ale dosahuje účinného dojezdu 1-4 m/J a účinnosti 5-20 %, přičemž občas se vyskytují i hodnoty nižší.

Soutěž

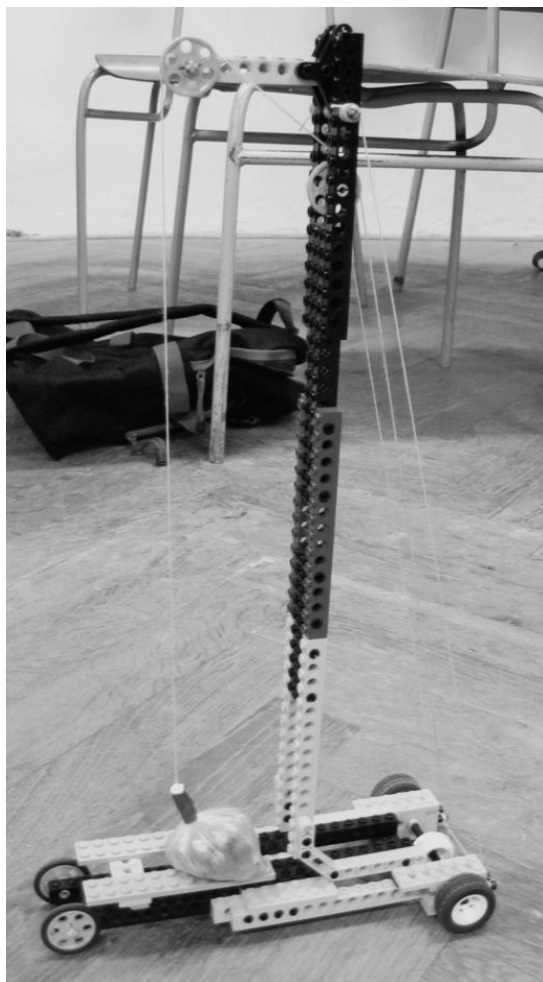
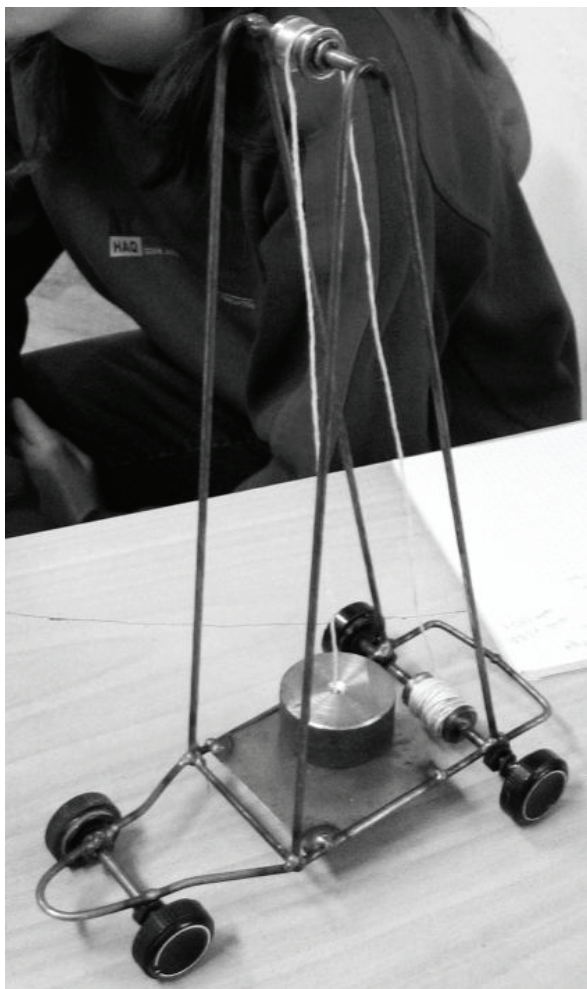
Studenti prvního ročníku se přihlásili do soutěže o nejlepší videozáznam fyzikálního experimentu pořádané Britskou radou v rámci světového roku fyziky.

Tříčlenný tým se při volbě námětu inspiroval touto laboratorní prací. Využil vozítka vyrobeného již dříve v domácí dílně jedním ze studentů právě pro účely laboratorní práce. Vozítko dosáhlo nakonec dojezdu přes 50 m a účinného dojezdu přes 11 m/J.

Připravený videozáznam byl vybrán mezi 10 nejlepšími (z 36 přihlášených) a tým se proto zúčastnil finále soutěže, které proběhlo na Britské radě v Praze.

Závěr

Tato laboratorní práce je mezi studenty jedna z nejoblíbenějších, mimo jiné právě díky možnosti pohrát si s vozítky a nenásilně si tak propojit v hlavě vztahy používané dosud hlavně k řešení úloh s realitou okolo. To vše podle hesla „slyším a zapomínám, vidím a pamatuji si, dělám a rozumím“.



Obr. č.1: Ukázky vozítek vyrobených studenty v rámci přípravy na laboratorní práci