

Návrh pracovného listu k apletu na zákony zachovania energie

ZUZANA GIBOVÁ

Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, SLOVENSKO

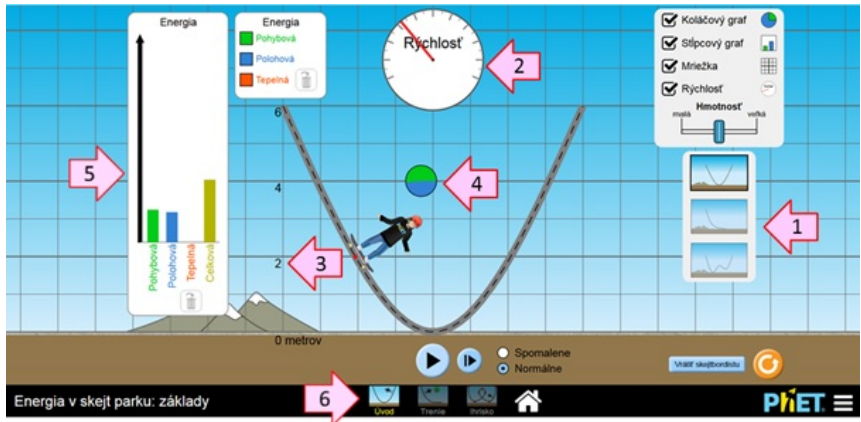
Úvod

Vo výučbe fyziky sa bežne používajú aplety, ktoré umožňujú demonštrovať rôzne javy, deje a zákonitosti v závislosti od rôznych počiatočných podmienok. Na internete je možné nájsť veľa fyzikálnych apletov. Väčšina z nich obsahuje popis ako aplet funguje a čo demonštruje. Aby výučba s apletmi bola efektívna, je vhodné k apletom vytvoriť pracovný list, ktorý by obsahoval inštrukcie k používaniu apletov a otázky a úlohy pomocou ktorých žiaci pochopia demonštrované javy. V opačnom prípade, ak žiaci nevedia čo majú pomocou apletu sledovať a aké majú nastaviť podmienky, unikne im fyzikálna podstata javov a zamerajú sa len na technickú stránku apletu [1]. V článku je prezentovaný pracovný list vytvorený k apletu, ktorý demonštruje zákony zachovania energie a príslušné premeny energie v ideálnych a reálnych podmienkach.

Popis apletu

Pracovný list bol vytvorený k apletu Energia v skejt parku zo zdroja [2].

Aplet demonštruje pohyb skejtbordistu na troch rôznych rampách (obr. 1), ktoré je možné voliť v pravej časti apletu (1). Okrem toho zobrazuje rýchlosť skejtbordistu (2), jeho polohu (výšku nad povrchom zeme – 3), koláčový (4) a stĺpcový (5) diagram energii pri jeho pohybe. Polohu a hmotnosť skejtbordistu je možné meniť. Aplet má tri úrovne (6). Prvá úroveň (Úvod) je zameraná na demonštrovanie zmien energii pri pohybe skejtbordistu a zákona zachovania mechanickej energie, teda pri ideálnych podmienkach. Druhá úroveň (Trenie) umožňuje nastaviť ľubovoľnú hodnotu trenia a pozorovať ako dochádza ku stratám energie a k premenám energie skejtbordistu za reálnych podmienok. V tejto úrovni je možné demonštrovať zákon zachovania energie.



Obr. 1 Aplet Energia v skejt parku

Tretia úroveň (ihrisko) umožňuje vytvárať vlastnú rampu na skejt a pozorovať tie isté zákony a deje ako v predchádzajúcich úrovniach.



Obr. 2 Ovládanie apletu

Ovládanie apletu je na obr. 2. Aplet možno spustiť a zastaviť (1), krokovať (2), spomaliť (3), obnoviť aplet na pôvodné podmienky (5) a vrátiť skejtbordistu do počítačovej polohy (4).

Pracovný list

Pracovný list je navrhnutý na použitie druhej úrovne apletu (trenie) na prvej z rámp (U rampe).


Je zameraný

- na zopakovanie a upevnenie pojmov kinetická energia, potenciálna energia, mechanická energia, celková energia,
- demonštrovanie a pochopenie zákona zachovania mechanickej energie,
- demonštrovanie a pochopenie zákona zachovania energie,
- pochopenie premien energií skejtbordistu pri pohybe na rampe,
- ukázanie vplyvu trenia na pohyb, premeny a straty energií,
- ukázanie vplyvu zmeny hmotnosti na celkovú energiu.

Pracovný list pozostáva z troch častí (obr. 3). V úvode obsahuje inštrukcie k nastaveniu počítačových podmienok, ktoré umožnia demonštrovať očakávané fyzikálne javy a zákonitosti. V druhej časti pracovný list obsahuje otázky na zopakovanie a pochopenie pojmov a zákonov. Žiaci si odpovede na otázky zapisujú do pracovného listu na základe pozorovania pohybu skejtbordistu na aplete, najprv bez zobrazenia rýchlosti a energií skejtbordistu. Správnosť svojich odpovedí si overujú opäť pomocou apletu, kde sú už zobrazované rýchlosť a energie skejtbordistu pomocou stĺpcových grafov. Tretia časť obsahuje úlohy, pri riešení ktorých žiaci použijú aplet.

Pracovný list k apletu Energia v skejt parku

Otvorte si aplet Energia v skejt parku – trenie do nového okna zo zdroja:
https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_sk.html



V pravej časti apletu vyberte U rampu. Nastavte nasledovné počiatočné podmienky:
Zaškrtnite políčko: Mriežka. **Nastavte hmotnosť** na polovičnú hodnotu. **Trenie nastavte** na žiadne.
 Pomocou myši uchopíte skejtbordistu a položte ho na U rampu do výšky 4 m a spustíte aplet. Pozorujte pohyb skejtbordistu. Aplet môžete kedykoľvek zastaviť, spomaliť alebo sledovať po krokoch.

Odpovedzte na nasledujúce otázky:

Predpokladajte, že hladina nulovej potenciálnej energie je na povrchu zeme.

1. V ktorom bode svojej trajektórie (na U rampe) má skejtbordista len potenciálnu (polohovú) energiu?

2. V ktorom bode svojej trajektórie (na U rampe) má skejtbordista len kinetickú (pohybovú) energiu?

3. V ktorom bode svojej trajektórie (na U rampe) má skejtbordista nenulovú kinetickú aj potenciálnu energiu?

4. Ako je daná celková energia skejtbordistu v bode 0 m, 2 m a 4 m nad zemou? Čo platí pre mechanickú energiu v týchto miestach?

Pri overení správnosti odpovedí použite aplet. Nastavte nasledovné počiatočné podmienky:
Zaškrtnite políčka: Mriežka, stĺpcový diagram, rýchlosť. **Nastavte hmotnosť** na polovičnú hodnotu. **Trenie nastavte** na žiadne. (Sledujte ako sa mení rýchlosť a jednotlivé energie v stĺpcovom grafe.)

Riešte nasledujúce príklady:
 Skejtbordista začína svoj pohyb na U rampe vo výške 4 m. Hmotnosť skejtbordistu je 80 kg. Predpokladajte, že hladina nulovej potenciálnej energie je na povrchu zeme. Riešte najprv všeobecne, potom dosadzte konkrétne hodnoty. Pri riešení použite aj aplet, ktorý môžete kedykoľvek zastaviť, spomaliť alebo sledovať po krokoch.

Obr. 3 Ukážka pracovného listu k apletu

1. Inštrukcie k apletu

Otvorte si aplet Energia v skejt parku zo zdroja [2].

Zvoľte úroveň Trenie. V pravej časti apletu vyberte U rampu. Nastavte nasledovné počiatočné podmienky:

Zaškrtnite políčko: Mriežka. Nastavte hmotnosť na polovičnú hodnotu. Trenie nastavte na žiadne.

Pomocou myši uchopte skejtbordistu a položte ho na U rampu do výšky 4 m a spustite aplet. Pozorujte pohyb skejtbordistu. Aplet môžete kedykoľvek zastaviť, spomaliť alebo sledovať po krokoch.

2. Otázky

Odpovedzte na nasledujúce otázky:

Predpokladajte, že hladina nulovej potenciálnej energie je na povrchu zeme.

1. V ktorom bode svojej trajektórie (na U rampe) má skejtbordista len potenciálnu (polohovú) energiu?

.....

2. V ktorom bode svojej trajektórie (na U rampe) má skejtbordista len kinetickú (pohybovú) energiu?

.....

3. V ktorom bode svojej trajektórie (na U rampe) má skejtbordista nenulovú kinetickú aj potenciálnu energiu?

.....

4. Ako je daná celková (mechanická) energia skejtbordistu vo výške 0 m, 2 m, a 4 m nad zemou? Čo platí pre mechanickú energiu v týchto miestach?

.....

5. Do akej maximálnej výšky vystúpi skejtbordista na pravej strane U rampy, ak svoj pohyb začína na ľavej strane U rampy vo výške 5 m? Akú rýchlosť bude dosahovať na pravej a ľavej strane U rampy vo výške 3 m? Vysvetlite prečo.

.....

Pri overení správnosti odpovedí použite aplet. Nastavte nasledovné počiatočné podmienky:

Zaškrtnite políčka: Mriežka, stĺpcový diagram, rýchlosť. Nastavte hmotnosť na polovičnú hodnotu. Trenie nastavte na žiadne. (Sledujte ako sa mení rýchlosť a jednotlivé energie v stĺpcovom grafe.)

6. Zmeňte počiatočné podmienky. Nastavte trenie na polovičnú hodnotu. Zaškrtnite políčko: Mriežka. Nastavte hmotnosť na polovičnú hodnotu. Pomocou myši uchopte skejtbordistu a položte ho na U rampu do výšky 4 m a spustite aplet.

a) Pozorujte pohyb skejtbordistu. Do akej výšky vystúpi na pravej strane U rampy po prvom prechode najnižšou polohou?

b) Aká bude jeho rýchlosť v najnižšom bode po jednom prejení U rampy?

c) Pozorujte pohyb skejtbordistu až do zastavenia. Ako je daná jeho celková energia na začiatku jeho pohybu? Ako je daná jeho celková energia na konci pohybu? Aká je jeho mechanická energia na začiatku a na konci pohybu? Vysvetlite.

Pri overení správnosti odpovedí použite aplet. Nastavte nasledovné počiatočné podmienky:

Zaškrtnite políčka: Mriežka, stĺpcový diagram, rýchlosť. Nastavte hmotnosť na polovičnú hodnotu. Trenie nastavte na polovičnú hodnotu. (Sledujte ako sa mení rýchlosť a jednotlivé energie v stĺpcovom grafe.)

3. Úlohy

Skejtbordista začína svoj pohyb na U rampe vo výške 4 m. Hmotnosť skejtbordistu je 80 kg. Predpokladajte, že hladina nulovej potenciálnej energie je na povrchu zeme. Riešte najprv všeobecne, potom dosadte konkrétne hodnoty. Pri riešení použite aj aplet, ktorý môžete kedykoľvek zastaviť, spomaliť alebo sledovať po krokoch.

1. Vypočítajte celkovú energiu skejtbordistu, ktorú dosahuje na začiatku pohybu vo výške 4 m nad zemnou.

2. Vypočítajte maximálnu rýchlosť, ktorú pri svojom pohybe dosahuje. (Overte svoj výpočet pomocou apletu. Ukazovateľ rýchlosti má hlavné dieliky delené po 2 m/s.)

3. Určte kinetickú energiu vo výške 3 m.

4. Pomocou apletu určte, v akej výške bude potenciálna energia skejtbordistu rovná kinetickej energii. Potvrďte výsledok aj výpočtom.

5. Zmeňte hmotnosť skejtbordistu (zväčšite potom zmenšite) vzhľadom na pôvodnú hodnotu hmotnosti. Pomocou apletu určte, aká bude jeho maximálna rýchlosť pre všetky zvolené hmotnosti. Aká bude potenciálna a kinetická energia skejtbordistu v rôznych výškach pre všetky zvolené hmotnosti. Výsledky potvrďte aj výpočtom pre hmotnosti 50 kg, 70 kg, 100 kg.

6. Vypočítajte aká bude strata energie po jednom prejazde U rampy, ak predpokladáme vplyv trenia na pohyb skejtbordistu (nastavte trenie na aplete na polovičnú hodnotu). Skejtbordista začína svoj pohyb na U rampe vo výške 4 m. Hmotnosť skejtbordistu je 80 kg. Predpokladajte, že hladina nulovej potenciálnej energie je na povrchu zeme.

Výsledky:

1. $E = mgh_{\max} = 80 \cdot 10 \cdot 4 \text{ J} = 3\,200 \text{ J}$

2. $v_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}} = 8,94 \text{ m/s}$, z apletu $v_{\max} = 8,9 \text{ m/s}$

3. $E_{k3} = mgh_{\max} - mgh_3 = (3\,200 - 80 \cdot 10 \cdot 3) \text{ J} = 800 \text{ J}$

4. $mgh_{\max} = 2mgh \rightarrow h = \frac{1}{2}h_{\max} = 2 \text{ m}$, z apletu $h = 2 \text{ m}$

5. Zmena hmotnosti ovplyvní hodnotu potenciálnej a kinetickej energie.

Na aplete sa to prejaví rôznou výškou stĺpcového grafu, ktorý zobrazuje príslušnú energiu. Čím väčšia je hmotnosť, tým väčšia je príslušná energia. Pre $m = 50 \text{ kg}$ závisí potenciálna energia od výšky podľa vzťahu $E_p = mgh = (50 \cdot 10)h$ a kinetická energia závisí od rýchlosti podľa vzťahu $E_{pk} = \frac{1}{2}mv^2 = 25v^2$. Hodnota maximálnej rýchlosti nezávisí od hmotnosti skejtbordistu, vyplýva to zo vzťahu $v_{\max} = \sqrt{2gh_{\max}}$. Dosahuje rovnaké maximálne rýchlosti pre rôzne hmotnosti.

6. Po jednom prechode U rampy vystúpi skejtbordista do maximálnej výšky $h_{1\max} = 3 \text{ m}$ (na pravej strane U rampy) pri zvolenej hodnote trenia. Potom použitím zákona zachovania energie $E = E_k + E_p + E_s = \text{konš.}$

Strata energie je

$$E_{s1} = mgh_{\max} - mgh_{1\max} = (3\,200 - 80 \cdot 10 \cdot 3) \text{ J} = 800 \text{ J}.$$

Aplikácia vo výučbe

Výučba s prezentovaným pracovným listom bola realizovaná na numerických cvičeniach z fyziky na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach. Vyučovanie prebiehalo v tradičnej triede s tabuľou, kde bol k dispozícii jeden počítač s dataprojektorom a plátnom. Preto bol aplet premietaný na plátno a ovládaný učiteľom. Všetci študenti mali vlastný pracovný list, do ktorého si zapisovali odpovede na otázky. Potom nasledovala spoločná kontrola správnosti odpovedí pomocou apletu. Početnosť správnych odpovedí sa zisťovala zdvihnutím rúk študentov. Riešenie úloh prebiehalo spoločné s použitím apletu, ktoré bolo doplnené o riešenie úloh podobného typu z predpísanej zbierky úloh. Výučba trvala 1,5 hod., z toho pomocou apletu asi polovicu času. V skupinách bolo okolo 25 študentov.

Výučba s navrhovaným pracovným listom môže prebiehať aj v malých skupinách v počítačovej miestnosti, kde na jedného študenta pripadá jeden počítač. V tomto prípade je učiteľ vo funkcii koordinátora činnosti študentov a ich poradcom.

Ďalšie možnosti

Aplety je možné používať v ľubovoľnej časti výučby (motivácia, výklad učiva, aplikácia učiva, zopakovanie). Máme skúsenosť s ich používaním na prednáškach, na cvičeniach a v rámci domácej prípravy [3]. Je dôležité, aby ku každej poznávacej činnosti mali študenti pripravený pracovný list. K prednáškam majú študenti k dispozícii pracovné listy na stránke vyučujúcej, kde sa k nim môžu po prednáške a v rámci prípravy na skúšku vrátiť [4]. Uvádžam niekoľko príkladov pracovných listov na rôzne výučbové činnosti:

- motivácia
<http://people.tuke.sk/zuzana.gibova/aplet8.htm>
- výklad nového učiva
<http://people.tuke.sk/zuzana.gibova/files/aplet-rychlostt.pdf>
- aplikácia učiva
<http://people.tuke.sk/zuzana.gibova/files/aplet-priamo-iare-pohyby.pdf>
<http://people.tuke.sk/zuzana.gibova/files/aplet-zrychleniet.pdf>
- domáca úloha
<http://people.tuke.sk/zuzana.gibova/ApletEnergia2.pdf>

V rámci domácej prípravy boli aplety s pracovným listom použité v externej forme výučby, kde mali študenti vypracovať semestrálne zadanie s riešením úloh pomocou apletov. Návrh úloh nájdete na [5].

Efektivita výučby

Použitie apletu na zákony zachovania energie na numerických cvičeniach z fyziky na Fakulte elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach bolo zámerne, pretože študenti na zápočtových písomkách pri riešení podobných úloh dosahovali zle výsledky. Navyše, sa na cvičeniach riešili úlohy, v ktorých teleso padalo voľným pádom alebo bolo vrhnuté zvislo nahor, vždy len za ideálnych podmienok.

Z dotazníkového prieskumu vyplynulo, že sa študentom výučba s použitím apletu páčila. Bola viac atraktívnejšia, názorná, viac si zapamätali. Výsledky zápočtových písomiek potvrdili, že sa zvýšila správnosť riešenia podobných úloh.

Zvýšenie úspešnosti riešenia úloh pomocou apletov za použitia pracovného listu potvrdzuje aj náš prieskum uskutočnený u študentov v externej forme výučby. Súčasne sa ukázalo, že použitie apletov pri riešení semestrálneho zadania viedlo k lepšiemu pochopeniu vzťahov medzi teóriou a praxou študentmi [6].

Výsledky viacerých našich dotazníkových prieskumov uskutočnených medzi študentmi denného štúdia poukazujú na to, že výučba s použitím apletov je pre nich atraktívnejšia a pracovné listy k apletom sú pre nich jasne a zrozumiteľne vytvorené [7].

Záver

Aplety sú vhodným vyučovacím prostriedkom, pomocou ktorého sa výučba stáva atraktívnejšou a názornejšou. Ak je pri výučbe s apletmi používaný pracovný list, stáva sa výučba efektívnejšou. Viaceré výskumy skúmajúce integráciu apletov do výučby technických a prírodovedných predmetov uvedené v [8] potvrdzujú, že aplikácia apletov vo výučbe prispieva k dosiahnutiu vyššej úrovne kognitívnych vedomostí študentov, vedie študentov k lepšiemu pochopeniu vzťahov medzi teóriou a praxou, podporuje záujem študentov o preberanú problematiku a pomáha zvyšovať motiváciu študentov.

Literatura

- [1] Rakovská, M.: Modelovanie fyzikálneho poznávania prostredníctvom apletov. In: DIDFYZ 2004, s. 288–292.
- [2] https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_sk.html
- [3] Gibová, Z., Fričová, O., Hutníková, M.: Applets in physics teaching. In: 19th Conference of Czech and Slovak Physicists. Košice, 2017, s. 89–90.
- [4] <http://people.tuke.sk/zuzana.gibova/prednasky---materialy.html>
- [5] <http://people.tuke.sk/olga.fricova/zadania.htm>
- [6] Fričová, O., Hutníková, M., Gibová, Z.: Interaktívne aplety vo výučbe fyziky. In: Výskumné a edukačné aktivity na katedrách fyziky technických univerzít. Bratislava, 2008, s. 43–46.
- [7] Gibová, Z., Fričová, O., Hutníková, M.: Aplety vo vyučovaní fyziky. *Obzory MFaI*, 39 (2010), č. 2, s. 45–50.
- [8] Ōlvecký, M., Gabriška, D.: Motion capture as an extension of web-based simulation. *Applied Mechanics and Materials*, 513–517, (2014), s. 827–833.