



Ako si premyslieť experiment

Počas celého festivalu vedy Science on Stage prebieha výstava experimentov v národných stánkoch. Pred ich samotnou prípravou, ako aj pri príprave vyučovacej hodiny, musíme vyriešiť niektoré otázky súvisiace s výberom experimentov, meracích zariadení a podmienok merania. Cieľom navrhovania experimentu je poskytnúť najúčinnjšie a najúspornejšie meranie pre dosiahnutie výsledku, na ktorý chceme poukázať. Experimenty musia spĺňať nasledovné kritéria z hľadiska prepravy, využiteľnosti, názornosti a atraktívnosti. Nesmieme zabudnúť aj na náklady spojené s ich prenosom a realizáciou.

V nasledujúcom texte sa bližšie pozrieme na návrh experimentov a ďalších súvislostí.



Experiment

- Premyslíme si, aký fyzikálny princíp chceme vysvetliť, prípadne v akom tematickom celku by sa pokus dal aplikovať. Pozorujeme a inšpirujeme sa javmi, ktoré priblížia praktické využitie prírodných vied v bežnom živote.
- Zhodnotíme pomôcky, ktoré najúčinnjšie poukážu na skúmaný jav. Zároveň zohľadňujeme aj ekonomické hľadisko, teda minimálne náklady, ale aj minimálny čas merania. Motivujeme sa jednoduchými a dostupnými prostriedkami, ku ktorým má prístup aj žiak.
- Zamyslíme sa nad modelom. Dbáme na maximálnu názornosť experimentu, keďže prispieva k rozvíjaniu tvorivých schopností žiakov, k prepájaniu teoretickej a praktickej zložky vyučovania.
- Pri výbere nesmieme zabudnúť na podmienky pre správne fungovanie celého pokusu a na dosiahnutie požadovaných výsledkov, najvhodnejšími sú izbové teploty a atmosférický tlak.
- Vzhľadom na bezpečnosť pri práci, ochranu vlastného zdravia i zdravia ostatných, je adekvátne používať netoxické látky, pred náhodným dotykom zabezpečiť izoláciu alebo ochranné kryty na vodiče s elektrickým prúdom. Prípadne upozorniť na nebezpečenstvo dotyku pri zapojení meracieho zariadenia do siete a pod. Zamyslíme sa, či je náš pokus praktický a ochranné mechanizmy nebudú prekážať pri pozorovaní skúmaného javu.
- Pouvažujeme, či navrhovaný experiment môže bežať bez dozoru, alebo sa musí po určitom čase skontrolovať stav tekutín a iných elementov potrebných pre jeho správny chod. Výhodné sú aparáty nenáročné na dodávanie materiálu, napríklad nie je nutné prilievať tekutinu, presýpať guľôčky a pod.
- Zvážime, či je možné bez akýchkoľvek úprav pokus zopakovať, alebo je potrebné pred každým spustením usporiadať pomôcky do pôvodného stavu.
- Pri navrhovaní experimentu hodnotíme aj ďalšie stránky, napríklad možnosť zastaviť priebeh experimentu, pozorovať čiastkový jav, zopakovať len určitý úsek a pod.

Príkladom je experiment: „Môžeme odvážiť vzduch?“ popísaný v nasledujúcom článku s rovnomenným názvom, ktorý je vhodný pre ozrejenie a upevnenie pojmov: hustota, vztlaková sila, Archimedov, zákon, tiažová sila. Použité pomôcky sú ľahko dostupné, postačí lopta, bicyklová pumpa a digitálne váhy. Pokus je dostatočne názorný, loptu rovnomerne dofukujeme a vážime, jej hmotnosť je zobrazená priamo na digitálnych váhach. Nie je náročný na okolité podmienky, ale pri určitom hraničnom nafúkaní je potrebné vzduch z lopty vypustiť tak, aby si ešte zachovala guľovitý tvar a pokus sa môže zopakovať.



Netradičné meranie

Po zvážení dôležitých faktorov experimentu stanovíme model aparatury:

- Predpokladáme, že meracie zariadenie nebude stáť na jednom mieste, ale budeme ním manipulovať. Preto zvážime, aké možnosti prepravy máme k dispozícii.
- Nevyhnutnou podmienkou účelného modelu sú jeho rozmery, t.j. nie príliš veľký kvôli prevozu, ani príliš malý, aby ním skúmaný jav bol dostatočne zreteľný.
- Výhodou je skladateľný model, pretože pri prenose zaberá čo najmenej miesta. Zároveň jednoducho rozoberateľný, čo je užitočné pre jeho rýchle premiestnenie.
- Dbáme na praktické využitie zariadenia, na jeho opakovateľné použitie, poprípade sa môžu niektoré elementy využiť pri ďalšom experimente.
- Zariadenie musí byť vyrobené z dostatočne pevného materiálu, aby poskytoval primeranú stabilitu pre pozorovaný dej. V súvislosti s prenosom berieme do úvahy ďalšie parametre, napríklad aby bol aparát dostatočne ľahký, nerozbitný, prípadne musíme zabezpečiť izolačný materiál.
- Pre prípadné straty alebo poškodenie niektorých súčiastok, je užitočné mať po ruke náhradné diely, hlavne malé, odnímateľné, ľahko znehodnotenú elementy.
- Zostavený model testujeme, vylepšujeme nedostatky.
- Ak sa rozhodneme použiť experiment na vyučovaní, rozmyslíme si alternatívu jeho využitia. Jednou z možností je motivačný experiment predvedený učiteľom, na ktorý je potrebné dôkladne sa pripraviť a vhodne aktivizovať žiakov. Druhou možnosťou je podpora žiackeho prístupu a rozvíjanie praktických zručností. V tomto prípade musíme zvážiť dostatok pomôcok pre jednotlivcov, prípadne skupiny žiakov.

Snažíme sa zabezpečiť primerané podmienky pre priebeh experimentu aj s ohľadom na neznáme okolnosti a situácie:

- Každý experiment sa vykonáva v určitom prostredí. Musíme zvážiť skutočnosť, že parametre prostredia môžu značne ovplyvniť výsledok merania.
- Najvhodnejšie sú experimenty, ktoré nie sú náročné na čistotu prostredia, vlhkosť vzduchu, hluk, vibrácie a pod.
- Dôležité je aj rozmiestnenie meracích zariadení v stánku vzhľadom na dosiahnutie najpriaznivejších podmienok. Napríklad umiestnenie citlivejších prístrojov na miesta, kde budú minimálne otrasy, kde zamedzíme prípadným drgnutiam, zminimalizujeme prievany a pod.
- Pre veľmi háklivé merania je prospešné vytvoriť v ich okolí izoláciu voči hluku, strate tepla a pod, aby nedošlo k nepriaznivému ovplyvneniu pozorovaného javu i výsledku.
- Samozrejme, nesmieme zabudnúť na prívod elektrickej energie ku všetkým spotrebičom. Dobrým krokom je zobrať si náhradnú predlžovačku.
- Ak si meranie vyžaduje špeciálne prostriedky, snažíme sa ich zabezpečiť už v predstihu, napríklad osvetlenie, žiarovku, destilovanú vodu a iné, menej dostupné zložky.



Ukážkou netradičného merania je Archimedova skrutka popísaná v nasledujúcom článku s rovnomenným názvom. Pri konštrukcii Archimedovej skrutky využívame materiály, ktoré sú vhodné na prevoz, napríklad: gumenú hadičku, ktorú obtáčame okolo dreveného alebo plastového valca, vyhýbame sa používaniu skla.



Skrutku využívame na čerpanie vody z nižšie položenej nádoby do vyššej. Množstvo prečerpanej vody závisí od uhla, ktorý zvierá skrutka s vodorovnou rovinou, do ktorej je zapichnutá. Stanovený uhol zachováme počas celého merania upevnením skrutky do stojana. Zároveň môžeme jednoducho zmeniť veľkosť tohto uhla a v prípade potreby aparatúru ľahko rozobrať. Splnili sme podmienku skladateľného modelu, dostatočne pevného, ale aj nerozbitného. Pribeh merania nie je náročný na špeciálne podmienky. Na pozorovanie princípu fungovania Archimedovej skrutky potrebujeme zabezpečiť len vodu.

Predvádzanie experimentu

Z organizačného hľadiska nesmieme zabúdať na dôležitý fakt, aby v stánku stále bol aspoň jeden zástupca danej krajiny. Zabezpečí plynulosť experimentovania, vysvetľovanie fyzikálnej podstaty aj rozdávanie propagačných materiálov.

- Prvotné upútanie okoloidúcich je pomocou rozostavených experimentov. Účastníkov, ktorí sa pri stánku zastavia, je potrebné oboznámiť s jednotlivými pokusmi, ukázať zaobchádzanie s prístrojmi a podať základné informácie atraktívnym spôsobom, aby sa ich zvedavosť rozšírila.
- Pri vysvetľovaní fyzikálnej podstaty zohľadňujeme záujem pozorovateľov o danú problematiku – stručná verzia s najpodstatnejšími faktami a obšírnejšie vysvetlenie, odborný výklad s rozličnými zaujímavosťami i detailmi, dosiahnutými výsledkami, ale aj radami ako sa vyvarovať rôznych chýb.

Národné stánky predstavujú vynikajúcu príležitosť na zviditeľnenie snahy mnohých odborníkov a pedagógov. Okrem experimentovania si účastníci môžu zobrať pripravené reklamné predmety a rôzne vedecké, vzdelávacie materiály, návody k demonštračným pokusom a pod. Štátne vlajky, balóny so štátnym znakom prispievajú k spolupáreniu národného stánku. Veľkej obľube nielen medzi mladšími účastníkmi sa tešia suveníry ako cukríky, perá, zápisné bloky a iné. Vhodnou propagáciou je aj rozdávanie vizitiek, kontaktov na školy a vedecké ústavy.

Poster

Súčasťou výstavy v národných stánkoch je aj popis potrebných pomôcok, fyzikálna podstata a základné prvky experimentu znázornené na posteroch. Tie by mali byť umiestnené v blízkosti meracieho zariadenia, ktoré popisujú. Preto si treba premyslieť aj grafickú stránku, aby na seba plagáty nadväzovali.

Poster na prvý pohľad zaujme pozornosť svojim dizajnom. Pútavý plagát zahŕňa fotografie experimentu a meracieho zariadenia, grafy s nameranými hodnotami. Práve tieto zložky sú nosnými komponentmi. Pri výbere jednotlivých snímok z fotodokumentácie musíme mať na zreteli ich kvalitu, dostatočné rozlíšenie, aby sa nezhodnotili pri tlači na veľký formát.



Po obsahovej stránke nám veľa napovie jeho názov, ktorý má byť fascinujúci, stručný a naznačí podstatu skúmaného javu. Menej dominantným prvkom na plagáte je text, ktorý len dopĺňa názorné obrázky, zvyšuje prehľadnosť i atraktivnosť, napríklad otázkami na zamyslenie a tipmi na ďalšie preskúmanie daného javu.

Computer aided school physical experiments

Šafárik University in Košice
Faculty of Science
Institute of Physics
Division of Didactics of Physics

Slinky's free-fall motion

$y = y_0 \cos \omega t$
 $y = y_0 \cos \omega t = y_0 + \frac{g}{\omega^2} \cos \omega t$
 $\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta y}}$

Yo-yo motion

$E = E(t_1) = E(t_2) = E(t_3)$
 $mgh = mgs \frac{1}{\sin \alpha} \Rightarrow h = s \frac{1}{\sin \alpha}$
 $v(t) = v_0 \sin(\omega t)$
 $\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$

Switching time of the bulb

$R = R_1 \left(\frac{L}{R_1} \right)^n$
 $t = \frac{L}{R} \ln \left(\frac{U}{U - U_0} \right)$

Coach Lab II

$\tau = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{2\pi f}$

Video measurements

Motion of the sailing boat
Yo-yo motion
Oscillations on the trampoline

Zuzana Jeřková zuzana.je@unsk.sk
Marian Kriek marian.kriek@unsk.sk
Division of Didactics of Physics,
Institute of Physics, Faculty of Science,
Safarik University in Kosice,
Angelinum 9, 041 54 Kosice,
Slovakia

Hands-on activities in the physics classroom

Šafárik University in Košice
Faculty of Science
Institute of Physics
Division of Didactics of Physics

Boyant leaves

$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$
 $\rho_1 = \rho_2 \frac{V_2}{V_1}$

Magnetic hydrodynamics

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}_1$
 $\vec{v}_1 = \vec{v}_0 \times \vec{B}$

Pressure in a fluid

$p = p_0 + \rho g h$

Put-out beat

$f = \frac{1}{T}$

Magnetic black box

Tea kettle

Candles

Marian Kriek marian.kriek@unsk.sk
Zuzana Jeřková zuzana.je@unsk.sk
Division of Didactics of Physics,
Institute of Physics, Faculty of Science,
Safarik University in Kosice,
Angelinum 9, 041 54 Kosice,
Slovakia