

Pracovné listy

Pracovné listy sme vytvorili na základe požiadaviek na maturitu. Zamerali sme sa na dve konkrétne požiadavky z časti Základy fyziky mikrosveta:

- „Žiak vie opísať základné zariadenia a metódy práce pre výskum elementárnych častíc.
- Žiak vie opísať vývoj názorov na mikrosvet.“

Prvú požiadavku sme spracovali do pracovných listov, ktoré sme nazvali Detektory a detekcia častíc a Urýchľovače.

Pracovný list, nazvaný Štandardný model, tematicky spadá do druhej spomínanej požiadavky. V danom pracovnom liste sme sa zamerali na súčasné poznatky o elementárnych časticiach.

Pracovné listy, ktoré sme vytvorili, môžu po vyplnení slúžiť aj ako študijný materiál pre žiakov.

1.1.1 Pracovný list Detektory a detekcia častíc

Daný pracovný list je obsahovo zameraný na detektory, ich základné časti a na detekciu častíc.

Na začiatku sa žiaci oboznámia s významom detektorov. V krátkom texte je napísaná charakteristika detektorov a sú spomenuté štyri hlavné detektory na LHC.

Prvá úloha v pracovnom liste sa zameriava na základné časti detektora. Žiaci majú doplniť, na čo slúžia jednotlivé časti. V rámci pracovného listu sme sa využili ako príklad konkrétny detektor – detektor ATLAS. Informácie o danom detektore môžu zistiť z rôznych popularizačných brožúr, alebo využiť internet.

Ďalšou úlohou z pracovného listu je do obrázku doplniť jednotlivé časti detektora, ktoré boli v prvej úlohe charakterizované. Obrázok, ktorý je vložený, zobrazuje základné časti detektora ATLAS.

Po oboznámení sa s detektorom a jeho základnými časťami sa zaoberáme detekciou častíc. Zaujímá nás, aké stopy zanechajú v detektoroch rôzne častice a ako tieto signály vyhodnocovať.

Na obrázku sú zobrazené signály dráh fotónu, elektrónu, miónu, nabitých a neutrálnych hadrónov a neutrín. Následne je zadaná úloha, v ktorej majú žiaci na základe zadaných signálov určiť, aká častica bola detegovaná. Signály sú zadané vo forme obrázku, ktorý zobrazuje priečny rez detektorom. V danom pohľade vidíme častí detektora, s ktorými sa žiaci oboznámili v prvej časti, ako sústredné kružnice. Dráha častice je zobrazená zelenou

čiarou, stopy v kalorimetroch, kde bola zaregistrovaná energia, sú zobrazené žltými obdĺžnikmi, červená čiarkovaná čiara zobrazuje chýbajúcu hybnosť v priečnom smere, ktorá je indikátorom neutrín.

Dané zobrazenia sme prevzali z cvičenia Masterclasses ATLAS. Signály častíc, ktoré sme vybrali a po úprave použili v danom pracovnom liste, pochádzajú z reálne nameraných dát, ktoré vyhodnocujú účastníci MC.

V pracovnom liste sa pri tomto cvičení nachádza aj odkaz na voľne dostupný applet, ktorý zobrazuje signály častíc v detektore. Applet môže žiakom pomôcť pri vyhodnocovaní signálov a napovedať im, aká častica bola v detektore detegovaná.

V závere pracovného listu sme vložili krátku historickú poznámku, v ktorej sa môžu žiaci oboznámiť s prvými typmi detektorov – bublinovými komorami. K textu sme doložili aj obrázok signálu z bublinovej komory. Táto časť pracovného listu poukazuje na vývoj technológií pri výrobe detektorov, ako aj vývoji softvérov, ktoré uľahčujú prácu pri detekcii signálov z detektorov.

1.1.2 Pracovný list Urýchľovače

Pracovný list sme vytvorili na základe požiadavky, aby žiaci vedeli opísať zariadenia, ktoré sú potrebné pri výskume elementárnych častíc.

Daný pracovný list obsahuje charakteristiku urýchľovačov, ako zariadení, ktoré zvyšujú kinetickú energiu častíc. Na zvýšenie kinetickej energie využívajú elektrické pole.

Následne sú opísané dva základné typy zrýchľovačov – lineárny a kruhový. Pri daných typoch sú naznačené ich výhody, respektíve nevýhody.

Následne sme sa zamerali na rozdelenie podľa typu experimentu, kde sme rozlíšili dva typy – terčíkový experiment a experiment s protibežnými zväzkami. Dané typy sme taktiež charakterizovali.

V pracovnom liste sa nachádzajú tri úlohy pre žiakov. Úlohy sú obsahovo zamerané na výpočet rôznych hodnôt, ktoré opisujú časti urýchľovačov a ich vlastnosti. Na vyriešenie daných úloh sú potrebné vedomosti z gymnaziálneho učiva fyziky.

V prvej úlohe majú žiaci vypočítať dĺžku elektródy v lineárnom urýchľovači, ak majú zadanú frekvenciu, s ktorou sa daná elektróda prepóluje a maximálnu energiu, na ktorú má byť protón urýchlený.

Ďalšie dva príklady sa zameriavajú priamo na urýchľovač LHC. Pri príkladoch sú uvedené aj základné informácie o LHC, ktoré môžu využiť pri príkladoch.

Príklad číslo 2 je zameraný na výpočet veľkosti indukcie magnetického poľa, ktoré musí pôsobiť na nabitú časticu, ktorá sa pohybuje po kružnici v urýchľovači LHC. Na výpočet potrebujú žiaci poznať polomer urýchľovača a veľkosť rýchlosti urýchlených častíc.

V poslednej úlohe majú žiaci vypočítať frekvenciu obehov zhlukov protónov v urýchľovači LHC. Na to aby mohli danú úlohu vyriešiť, potrebujú vedieť, aký obvod má urýchľovač LHC a veľkosť rýchlosti, s ktorou sa častice v urýchľovači pohybujú.

V pracovnom liste sa nachádzajú aj informácie o urýchľovači LHC, z ktorých môžu čerpať pri riešení úloh.

1.1.3 Pracovný list Štandardný model

Daný pracovný list, ako už jeho názov napovedá, sa zaoberá teóriou Štandardného modelu. Pracovný list sme vypracovali na základe požiadavky pre maturantov, pričom sme sa zamerali na súčasný prehľad poznatkov o elementárnych časticách.

Na úvodnej strane pracovného listu je charakterizovaný Štandardný model. Následne sú uvedené kľúčové slová, s ktorými sa žiaci v pracovnom liste stretnú. Do kľúčových slov sme zaradili základné termíny z fyziky vysokých častíc, ktoré priamo súvisia so Štandardným modelom a po absolvovaní hodín venovaných danej téme by mali tieto pojmy ovládať.

Štandardný model elementárnych častíc je zobrazený na obrázku. Pod obrázkom sú opísané jednotlivé častice, ktoré sme zoradili podľa generácií, ako aj častice sprostredkujúce interakcie. K sprostredkujúcim časticám sme doplnili základné informácie o daných interakciách.

Druhá strana pracovného listu obsahuje pojmovú mapu, ktorá znázorňuje vzťahy medzi časticami Štandardného modelu. Na jednej úrovni sú častice hmoty – kvarky a leptóny. Častice hmoty a k nim prislúchajúce antičastice sú znázornené bielo-modrou farebnou kombináciou. Intermediálne bozóny sa nachádzajú na ďalšej úrovni. Sú znázornené červenou farbou. Červenou farbou je znázornené tiež ich silové pôsobenie na častice hmoty. Zelenou farbou je znázornené silové pôsobenie na častice sprostredkujúce interakcie. Higgsov bozón a jeho pôsobenie je znázornené fialovou farbou.

Na tretej strane pracovného listu sa nachádzajú tabuľky, v ktorých sú vyznačené jednotlivé vlastnosti kvarkov a leptónov.

Pri kvarkoch sa jedná o názov v anglickom, ako aj slovenskom jazyku, ich symbol, hmotnosť, elektrický náboj, spin a kvantové čísla. Medzi kvantové čísla sme zaradili baryónové číslo, podivnosť, pôvab, spodné a vrchné kvantové číslo. Pod tabuľkou, ktorá zhrňa dané vlastnosti, je podrobnejšie opísané kvantové číslo farba (farebný náboj).

Taktiež sme v pracovnom liste spomenuli aj antičastice, pričom sme uviedli, že antičastice majú rovnaké vlastnosti ako k nim prislúchajúce častice, líšia sa len v elektrickom a farebnom náboji.

Do tabuľky leptónov sme zahrnuli ich názov a symbol, hmotnosť, náboj, spin, dobu života a leptónové číslo.

V závere pracovného listu sme venovali pozornosť časticiam, ktoré sú tvorené z kvarkov. Opísali sme, čo sú to hadróny a ako sa rozdeľujú. Následne majú žiaci v úlohe zistiť, ktorý mezón alebo baryón je zložený z uvedených kvarkov alebo antikvarkov. Žiaci musia taktiež sami dopísať iné hadróny a ich zloženie.