

2.1 Fizika kot zgled, matematika kot orodje

Mag. Mirijam Pirc, Šolski center Nova Gorica

Utemeljitev in opis medpredmetne povezave matematike in fizike na Šolskem centru Nova Gorica

Na Tehniški gimnaziji Tehniškega šolskega centra Nova Gorica je fizika temeljni predmet in je v predmetniku zastopana vsa štiri leta. V učnem načrtu se že v prvem letniku pojavljajo vsebine, pri katerih je nujno potrebno tudi znanje srednješolske matematike. Že vrsto let fiziki zgledno sodelujemo z matematiki, ki so vedno pripravljene prisluhniti našim potrebam in določene vsebine pri matematiki (potence, kotne funkcije, vektorje ipd.) vsaj informativno obravnavati v začetku šolskega leta. S tem nam prihranijo veliko časa in omogočajo, da se profesorji fizike osredotočamo na obravnavo fizikalnih pojavov.

Kljub skupnemu trudu pa pri fiziki opažamo, da so teme gibanje, energijski zakon, nastanek inducirane napetosti, nihanje, glasnost zvoka, radioaktivnost ipd. težje razumljive. Dijaki imajo pogosto težave z matematičnim modelom.

Če hočemo vse te pojave razumeti in znati opisati, je treba:

- poznati in razumeti definicije fizikalnih količin;
- znati količine med sabo povezati (matematični zapis) in uporabiti različna matematična orodja;
- količine prikazati z grafi ter iz grafov in formul znati prebrati ustrezne podatke, jih interpretirati in jih nadalje uporabiti za izračune.

Medpredmetno povezavo med matematiko in fiziko je smiselno izvajati vsaj po dve uri letno v »blokurah«. Pri obeh urah morata biti oba učitelja, fizik in matematik. Pomembnost timskega poučevanja je v tem, da navzočnost dveh učiteljev dijakom omogoča sočasno podporo iz dveh predmetov, bolj individualiziran pouk in vzor timskega dela.

V našem primeru medpredmetne povezave sem uporabila metodo sodelovalnega učenja, ker so dijaki to metodo poznali in jo uporabljali pri urah fizike.

Pomembnost sodelovalnega učenja je, da z metodo izvirne sestavljenke dosežemo, da dijaki drug drugemu pomagajo. Posameznik ima določeno nalogo in je hkrati za svoje delo odgovoren v svoji skupini. Bolje kot člani skupine sodelujejo, boljše, lažje in prej je delo opravljeno.

Večkrat smo delo v skupinah diferencirali. Četrta naloga je bila težja, zato so to nalogo reševali boljši dijaki.

Razporeditev povezav po letnikih je bila naslednja:

- prvi letnik – povezava gibanja z linearno funkcijo;
- drugi letnik – povezava gibanja in energijskega zakona s kvadratno funkcijo,
 - povezava glasnosti in logaritemske funkcije,
 - povezava aktivnosti z eksponentno funkcijo;

- tretji letnik – povezava nihanja, kroženja in indukcije z risanjem grafov \sin in \cos ;
- četrti letnik – povezava izpeljav enačb pri nihanju, inducirani napetosti, osvetljenosti ploskve in aktivnosti z odvodi,
- četrti letnik – povezava izpeljav enačb prožnostne, električne in magnetne energije, vztrajnostnega momenta in moči pri izmenični napetosti z integrali.

Opisana povezava je nastala iz potrebe, da bi dijaki boljše razumeli naravne pojave pri fiziki. Vsebinski cilji, ki jih moramo doseči pri obravnavi pojavov pri fiziki, so povezani z uporabo znanja o linearni in kvadratni funkciji, odvodu, integralu itd., pridobljenega pri matematiki. Kljub trudu in skrbnemu načrtovanju pouka pri fiziki in matematiki snovi nismo vedno obravnavali sočasno.

Časovni potek medpredmetne povezave:

- V prvem letniku smo obravnavali gibanje ob koncu šolskega leta, ker so dijaki spoznali linearno funkcijo v drugem delu šolskega leta.
- V drugem letniku so dijaki obravnavali kvadratno funkcijo v začetku leta tako, da smo pri medpredmetni povezavi ponovili gibanje. Skoraj sočasno, ko so se dijaki naučili reševati kvadratno enačbo, smo reševali zgled iz ohranitve energij. Preostala dva zgleda iz glasnosti in aktivnosti pa smo obravnavali tako, da so dijaki v uvodu naloge dobili kratko razlago fizikalnega pojava. Sledilo je reševanje naloge, ki je temeljilo na uporabi matematičnega znanja, in ne na poznavanju fizikalnih vsebin.
- V tretjem letniku smo obravnavali inducirano napetost in nihanje v drugem delu šolskega leta. Ob koncu leta, ko so dijaki znali risati najrazličnejše oblike grafov \sin in \cos , smo izvedli tudi medpredmetno povezavo.
- Takoj na začetku četrtega letnika so dijaki začeli obravnavo odvodov tako, da smo lahko v novembru izvedli medpredmetno povezavo. Pojma osvetljenost in aktivnost še niso poznali, zato so dijaki v uvodu naloge dobili kratko razlago fizikalnega pojava. Obravnavi odvodov je sledila obravnavo integralov, ki smo jo spet nadgradili z medpredmetno povezavo.

Za načrtovanje takih povezav porabimo veliko več časa, zato jih moramo tudi večkrat ponoviti. Če povezavo izvedemo le enkrat, je izkoristek našega dela zelo majhen. Dijaki osvojijo nov način razmišljanja šele po nekaj ponovitvah. Pri preverjanju in ocenjevanju pa se je izkazalo, da je znanje dijakov pri takem načinu poučevanja kakovostnejše in trajnejše.

Primeri matematičnih izpeljav fizikalnih formul s pomočjo odvoda

1. Izpelji enačbi za hitrost ($v = dy/dt$) in pospešek ($a = dv/dt$) pri nihanju, kjer sta amplituda y_0 in nihajni čas t_0 konstanti in nihalo začne nihati v:

- a) ravnovesni legi, kjer velja za odmik: $y = y_0 \cdot \sin(2\pi t/t_0)$,
 b) skrajni legi, kjer velja za odmik: $y = y_0 \cdot \cos(2\pi t/t_0 \cdot t)$.

Kolikšni sta amplitudi (največja vrednost) hitrosti in pospeška?

Ali bo nihalo kdaj sočasno doseglo amplitudo pospeška in hitrosti?

Zapiši formulo $y(a)$, ki povezuje odmik in pospešek, in nariši ustrezni graf!

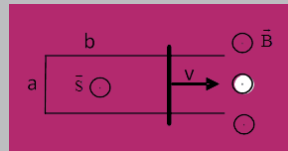
2. Magnetni pretok Φ_m je opredeljen kot skalarni produkt gostote magnetnega polja \vec{B} in ploščine zanke \vec{S} :

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

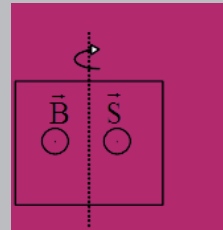
Z uporabo indukcijskega zakona $U_i = -d\Phi_m/dt$ izpelji izraz in enote za inducirano napetost, če:

- a) vodnik drsi po žičnem okvirju, kjer se površina zanke S spreminja s časom t :

$S = a \cdot b = a \cdot v \cdot t$ in je v stalna hitrost vodnika,



- b) se zanka enakomerno vrti v magnetnem polju tako, da se kot med vektorjema \vec{S} in \vec{B} spreminja po enačbi $\varphi = 2\pi t/t_0$.



Izračunaj amplitudo napetosti, če se zanka vrti s frekvenco 50 Hz, gostota magnetnega polja je 250 mVs/m^2 in je površina zanke 50 dm^2 !

3. Nad sredino okrogle mize s polmerom 1 m visi svetilka in oddaja svetlobni tok P 1300 lumnov. Osvetljenost E poljubne točke na mizi izračunamo po formuli: $E = \frac{P \cdot h}{4 \cdot \pi \cdot (h^2 + r^2)^{3/2}}$, kjer je h višina, na kateri visi svetilka, in r razdalja od sredine mize do opazovane točke.

Na kateri višini naj visi svetilka, da bo osvetljenost roba mize največja? Kolikšna bo osvetljenost v tem primeru?

4. Za fosfor 32 (^{32}P) velja, da povprečno v 14 dneh razpade polovica vseh nerazpadlih jeder N_0 , ki jih imamo na začetku. Razpolovni čas je torej $t_{1/2} = 14$ dni.

Izpolni preglednico:

t (dni)	0		28	
N_{nj}	10^6	$5 \cdot 10^5$		

- Nariši graf $N_{nj}(t)$. Za kakšno funkcijo gre?
- Zapiši funkcijo $N_{nj}(t) = b \cdot at$, po kateri lahko izračunamo število nerazpadlih jeder v poljubnem času (v dnevih). Določi osnovo a eksponentne funkcije in faktor raztega b .
- Koliko je nerazpadlih jeder po 70 dneh, če jih imamo na začetku en milijon?
- Posploši funkcijo še za druge radioaktivne snovi, ki imajo drugačen razpolovni čas $t_{1/2}$.
- Izračunaj aktivnost A vzorca radioaktivnih jeder po enačbi $A = dN/dt$.
- Namesto razpolovnega časa $t_{1/2}$ nastopa v enačbah razpadna konstanta λ , za katero velja $\lambda = \ln 2 / t_{1/2}$. Zapiši enačbo $A(t)$, v kateri bo nastopala razpadna konstanta namesto razpolovnega časa $t_{1/2}$.