



SYPT

SLOVENSKI TURNIR MLADIH FIZIKOV

NASVETI ZA RAZISKOVALNO DELO IN PRIMERI

Smernice SYPT izvirajo iz metod, ki se uporabljajo pri dejanskih znanstvenih raziskavah. Naloge IYPT, ki jih uporablja tudi SYPT so odprtega tipa, kar pomeni, da ni znana prava rešitev. Zato je **poudarek na utemeljevanju lastnih ugotovitev**. Večina nalog je opazovalnega tipa, nekatere pa so aplikativne ali kombinacija obojega. Vsak tip naloge zahteva nekoliko drugačen pristop. V teh nasvetih je na kratko opisano, kaj se pri posamezni nalogi pričakuje in na primerih, kako bi se strokovnjak lotil take naloge. Seveda lahko k raziskavi pristopite po svoje, ti nasveti so vam le v pomoč, če niste prepričani, kaj naj bi naredili.

OPAZOVALNE NALOGE

Opazovalne naloge zahtevajo proučitev nekega pojava.

- Najprej opazujemo pojav.
- Poskusimo si ustvariti razlago, kako do pojava pride, kaj so vzroki in kakšni so mehanizmi. Temu pravimo model. Tako dobimo ideje o tem, kaj vse bi na pojav lahko vplivalo.
- V literaturi lahko preverimo, ali so tudi drugi prišli do istega modela. Priporočljivo je, da pogledamo literaturo šele potem, ko smo si ogledali pojav in imamo že ideje, za kaj bi lahko šlo.
- Zasnujemo vrsto poskusov, s katerimi raziščemo vpliv različnih spremenljivk na pojav.
- Iz modela poiščemo kvantitativno zvezo med spremenljivkami (enačbo).
- Nazadnje primerjamo napoved modela (enačbe) z našimi meritvami.
- Če se ne ujemata znotraj nezanesljivosti, poskusimo poiskati drugačen model in ponovno preverimo ujemanje. Po potrebi izvedemo dodatne poskuse.

APLIKATIVNE NALOGE

Aplikativne naloge zahtevajo uporabo znanja za doseganje cilja. Ta cilj je lahko optimizacija ali naprava, ki nekaj počne.

- Najprej premislamo, kaj vse že vemo, kar bi nam lahko pomagalo pri doseganju cilja.
- Nato to znanje uporabimo, da izdelamo napravo ali določimo optimalne vrednosti parametrov.
- Napravo je treba preizkusiti in ugotoviti njeno zanesljivost, natančnost, ipd. Če gre za optimizacijski problem, je treba pokazati, da je zadeva res optimizirana: sprememba kateregakoli parametra da slabše rezultate.
- Dobro je, da imamo tudi teoretično napoved o tem, katere vrednosti parametrov naj bi bile optimalne. Če to imamo, je treba naše izmerjene vrednosti primerjati z napovedanimi in komentirati morebitna razhajanja.

Velikokrat so naloge kombinirane in zahtevajo najprej proučitev pojava, nato pa še optimizacijo.

PRIMER PREPROSTE OPAZOVALNE NALOGE ZA ZGLED

Če voziček vrnemo ob steno z vzmetjo, opazimo, da se nihajni čas takega nihala spremeni v odvisnosti od tega, kakšno je razmerje med masami koles in maso vozička, tudi, če je skupna masa konstantna. Raziščite pojav.

- Najprej izvedemo poskus z dvema različnima razmerjema, da se prepričamo, da je to res.
- Nato pomislimo, kaj bi lahko bil razlog, da se to zgodi.
- Mogoče pomislimo, da vpliva vztrajnostni moment koles. Vztrajnostni moment je sorazmeren z maso na prvo potenco in radijem koles na kvadrat. Torej domnevamo, da bi se moralo pri isti masi koles, a dvakratnem radiju nihajni čas spremeniti za faktor štiri. Medtem ko bi se pri dvakratni masi in istem radiju moral spremeniti za faktor dve. Ali pa vsaj pričakujemo linearno odvisnost od mase in nelinearno od radija.
- Na podlagi te okvirne napovedi, izvedemo poskus.
- Izkaže se, da se pri spremembi radija nihajni čas sploh ne spremeni. Pri spremembi mase pa se ne spremeni za faktor dve.
- (Da lahko trdimo, da se nekaj spremeni/ne spremeni, moramo primerno oceniti nezanesljivost meritve in ugotoviti, da vsi intervali meritev (povprečje +- nezanesljivost) nimajo/imajo skupnega preseka.)
- Izvedemo več meritev in pridemo do ugotovitve, da nihajni čas z maso narašča, a ne linearno. Tu nam pomaga malo matematične spretnosti, da nazadnje ugotovimo, da *kvadrat* nihajnega časa linearno narašča z maso, a premica pri masi nič ne gre skozi izhodišče.
- Te ugotovitve nas napeljejo na zvezo $t_0^2 \propto A + Bm$, kjer je t_0 nihajni čas, m pa masa enega kolesa. S to enačbo lahko zdaj fitamo dobljeni graf in računalnik nam bo ponudil najboljše vrednosti za A in B .
- Podoben postopek ponovimo še za vse ostale količine, ki bi lahko vplivale na pojav, dokler ne dobimo končne zveze.
- Enkrat v tem procesu se pričakuje, da pobrsamo po literaturi, kaj je o tem pojavu že napisano, ali sami izpeljemo na podlagi dosedanjega znanja, kakšna bi morala biti zveza. Ugotovimo, da dejansko vpliva vztrajnostni moment, a se radij pokrajša. Ostane enačba $t_0^2 \propto \frac{M + 4m}{k}$, kjer je M skupna masa vozička in koles, in k koeficient vzmeti. Literaturo je najbolj smiselno pogledati takrat, ko imamo že sami vsaj nek vtis o pojavu in vsaj nekaj domnev, kaj bi lahko nanj vplivalo.
- Ko imamo enačbo, ki je dobljena na podlagi modelov, poenostavitev, privzetkov, moramo nujno primerjati rezultat modela (enačbe) z našimi meritvami. Najlažje tako, da oboje narišemo na isti graf: modelske in izmerjene vrednosti z nezanesljivostmi. Če se razhajajo več kot dovoljujejo nezanesljivosti, je treba najti vzrok za to (npr. nismo upoštevali trenja).
- Postopek se, če čas dopušča, nadaljuje. Ko postavimo domnevo, da je trenje krivo za razhajanje, je treba to preveriti. Poskus ponovimo z boljše in slabše vležajenimi kolesi in opazujemo, ali trenje kaj spremeni izide.
- Tako nadaljujemo, dokler je smiselno. Ko ocenimo, da smo preverili vse, ali nimamo več časa na razpolago, zaključimo.

PRIMER PREPROSTE APLIKATIVNE NALOGE ZA ZGLED

Izdelaj napravo, ki bo izstrelila kovinsko kroglico premera 1,2 cm z izbrano hitrostjo.

- Začnemo s tem, kaj vemo o tem, kako lahko telesa dosežejo vnaprej določeno hitrost. Najpreprostejši ideji sta frača (pretvorba prožnostne energije v kinetično) in spust po klanecu (pretvorba potencialne energije v kinetično). Denimo, da se odločimo za slednje.
- Izdelamo klanec in spustimo kroglico z znane višine. Izvedemo nekaj meritev in ugotovimo, da kroglica ne odleti vedno z isto hitrostjo.
- Začnemo proučevati, kaj je lahko razlog, oz. kaj lahko storimo, da bo naprava bolj zanesljiva. Odkrijemo, da ima klanec ravno tak naklon, da se kroglica ne kotali ves čas, pač pa včasih spodrsava. Ker sta sila in s tem pospešek pri spodrsavanju drugačna kot pri kotaljenju, končna hitrost ni vedno ista. S stališča energij se manj potencialne pretvori v rotacijsko kinetično (zaradi vrtenja okoli težišča), zato je več ostane za translacijsko kinetično (gibanje težišča).
- Izboljšamo napravo tako, da dodamo gumijasto podlago, ki poveča lepenje in tako povzroči, da se kroglica bolj zanesljivo kotali.
- Umerimo napravo in določimo njeno zanesljivost.
- Koristno je tudi, da primerjamo rezultate z modelsko napovedjo, če je model dovolj preprost (pri tej nalogi je). Upoštevati je treba pretvorbo potencialne energije v rotacijsko in translacijsko kinetično in lahko dobimo izraz za končno hitrost v odvisnosti od začetne višine. To lahko potem primerjamo z meritvami.

PRIMER PREPROSTE KOMBINIRANE NALOGE ZA ZGLED

Višina, ki jo doseže raketa na stisnjen zrak, je odvisna od začetne količine vode v njej. Razišči pojav in določi optimalno količino vode za najvišji let.

- Začnemo z opazovalnim poskusom. Napolnimo raketo z različnimi količinami vode in opazujemo. Lahko tudi merimo višino.
- Nadaljujemo postopke opazovalnega poskusa, dokler ne dobimo zveze med začetno količino vode in višino leta rakete.
- V tem procesu pobrskamo tudi po svojem znanju in literaturi in ugotovimo, da bo verjetno pomembno zanje o idealnem plinu, gibanju ter hidrostati in hidrodinamiki. Več vode damo, več goriva ima raketa, hkrati pa ima tudi večjo maso in manjši pospešek. Naše znanje združimo v model, kako je najvišja višina odvisna od začetne mase vode. Ta model verjetno da nekje maksimum.
- Določimo vrednosti spremenljivk v maksimumu na podlagi modela.
- Izvedemo meritve v okolici predvidenega maksimuma (in dejanskega maksimuma, če se zelo razlikujeta).
- Spet je za določitev, ali se nekaj ujema ali ne, pomembna določitev nezanesljivosti.
- Če so odstopanja med modelsko napovedno in dejansko vrednostjo velika, proučujemo dalje. Iščemo, ali smo kaj narobe izračunali, privzeli kaj, česar ne bi smeli ipd. Če najdemo kandidate, poskušamo preveriti njihov vpliv na izid.
- Ko smo bodisi popravili model bodisi ne vemo več, kaj bi še lahko vplivalo na neujemanje, zaključimo.