

## TIMSS: Izhodišča merjenja znanja fizike

### Povzetek

Fizikalno preverjanje znanja v raziskavi TIMSS za maturante je omejeno z dvema dimenzijama: porazdelitvijo snovi v vsebinska področja (mehanika in termodinamika, elektrika in magnetizem, valovanje ter atomska in jedrska fizika) in v kognitivna področja, ki zajemajo glavna področja miselnih procesov (poznavanje dejstev, uporaba znanja in sklepanje). Testni čas je v dogovoru med državami načrtno porazdeljen med vsa področja.

Tabela 1: Deleži časa v preizkusu znanja fizike za vsebinska in kognitivna področja

Vsebinska področja	Deleži (% časa)
mehanika in termodinamika	40
elektrika in magnetizem	25
valovanje in atomska/jedrska	35
Kognitivna področja	Deleži (% časa)
poznavanje dejstev	30
uporaba znanja	40
sklepanje	30

### Mehanika in termodinamika

Na mehaniko lahko gledamo kot na temeljno vsebino fizike, saj so ideje o silah in gibanju osnova tudi za druga področja fizike. Trije Newtonovi zakoni gibanja skupaj z gravitacijskim zakonom so glavni elementi tega vsebinskega področja. Konstantnost fizikalnih količin opisujejo ohranitveni zakoni. Področje termodinamike pa vključuje mehanizme prenosa toplote in spremembe lastnosti snovi s temperaturo.

Področje mehanike in termodinamike zajema naslednje vsebine:

- sile in gibanja;
- ohranitveni zakoni;
- toplota in temperatura.

### Sile in gibanja

Dijak ali dijakinja:

- ✓ predvidi in določi lego, premik in hitrost teles glede na začetne pogoje in uporabi Newtonove zakone gibanja, da pojasni dinamike različnih vrst gibanja in izračuna premik, hitrost, pospešek, prevoženo razdaljo ali pretečeni čas;
- ✓ določi sile, vključno s silo trenja, ki deluje na mirujoče telo ali na telo, ki se giblje s konstantnim pospeškom in razloži, kako njihov skupni učinek vpliva na gibanje telesa in najde rešitve za probleme, ki vključujejo sile;
- ✓ določi sile, ki delujejo na telo pri kroženju, centripetalni pospešek telesa, njegovo hitrost in obhodni čas;
- ✓ uporabi gravitacijski zakon za določitev gibanja nebesnih teles in sile, ki delujejo na njih.

## Ohranitveni zakoni

Dijak ali dijakinja:

- ✓ uporabi zakon o ohranitvi energije na praktičnih primerih, vključno z iskanjem rešitev za probleme, ki vključujejo pretvorbo potencialne energije v kinetično in obratno;
- ✓ uporabi zakon o ohranitvi gibalne količine pri elastičnih in neelastičnih trkih;
- ✓ reši probleme z uporabo prvega zakona termodinamike.

## Toplota in temperatura

Dijak ali dijakinja:

- ✓ pokaže razumevanje mehanizmov prenosa toplote in povezavo med delom, toploto in energijo; uporabi specifično toploto ali toploto kapaciteto za izračun ravnovesne temperature pri stiku teles z različnimi temperaturami;
- ✓ določi raztezek trdnih snovi pri temperaturnih spremembah ter uporabi idealni plinski zakon (v obliki  $pV / T = \text{konstanta}$ ) za reševanje problemov in izkaže razumevanje omejitev tega zakona.

## Elektrika in magnetizem

Elektrika in magnetizem sta ključna študijska področja fizike, ki imata širok razpon v praktični uporabi. Pomembni koncepti pri elektriki obsegajo obnašanje elektrostatičnih nabojev in njihovo gibanje v električnih vezjih, vključno z vlogo upornosti pri energijskih izgubah. Razumevanje razmerja med elektriko in magnetizem, vključno z delovanjem magnetnega polja na nabite delce, nastanek magnetnega polja v okolici vodnikov po katerih teče električni tok in indukcijo je osrednjega pomena za to področje.

Področje elektrike in magnetizma zajema naslednji vsebini:

- elektrika in električna vezja;
- magnetizem in indukcija.

## Elektrika in električna vezja

Dijak ali dijakinja:

- ✓ izračuna velikost in smer elektrostatičnega privlaka ali odboja med izoliranimi nabitimi delci z uporabo Coulombovega zakona;
- ✓ določi silo, ki deluje na nabiti delec in pot gibanja nabitega delca v homogenem električnem polju;
- ✓ reši probleme za različno sestavljena električna vezja in za posamezne elemente v vezjih, kjer je potrebno določiti razmerje med električnim tokom in napetostjo, upornostjo ter pretvorbo energije, vključno z uporabo Ohmovega zakona in pri računanju Joulove toplote.

## Magnetizem in indukcija

Dijak ali dijakinja:

- ✓ določi silo, ki deluje na nabiti delec in pot gibanja nabitega delca v homogenem magnetnem polju;
- ✓ pokaže razumevanje povezave med magnetizmom in električnimi pojavi na primerih, kot so magnetno polje tokovnega vodnika (Amperov zakon), elektromagneti in magnetna indukcija;
- ✓ uporabi Faradayev zakon in Lenzovo pravilo za indukcijo pri reševanju problemskih nalog.

## Valovanje in atomska/jedrska fizika

Področje valovanje ter atomska in jedrska fizika zajema veliko tega, kar je bilo včasih znano kot moderna fizika. Študija valovanja predstavlja most med klasično in moderno fiziko ter vključuje mehansko valovanje, elektromagnetna sevanja, lom, interferenco in uklon. Atomska in jedrska fizika tvorita jedro sodobne fizike, v katero je vključena zgradba atomskega jedra, obnašanje elektronov, jedrske reakcije in radioaktivni razpada.

Področje valovanja ter atomske in jedrske fizike zajema naslednji vsebini:

- valovanje;
- atomska in jedrska fizika.

## Valovanje

Dijak ali dijakinja:

- ✓ pri reševanju problemov uporabi znanje s področja mehanskega valovanja in razmerje med hitrostjo, frekvenco in valovno dolžino;
- ✓ pokaže razumevanje elektromagnetnega sevanja v obliki valov, ki nastane zaradi medsebojnega vpliva sprememb električnega in magnetnega polja in prepozna različne vrste valovanj (radijski valovi, infrardeča svetloba, vidna svetloba, rentgensko sevanje, gama žarki) glede na valovno dolžino in frekvenco;
- ✓ pokaže razumevanje toplotnega sevanja z vidika temperature in valovne dolžine oddanega elektromagnetnega sevanja;
- ✓ pokaže razumevanje odboja, loma, interference in uklona.

## Atomska in jedrska fizika

Dijak ali dijakinja:

- ✓ uporabi znanje o zgradbi atomov in izotopov, atomskega števila in atomske mase pri reševanju problemov; poveže sevalne in absorpcijske spektre z obnašanjem elektronov;
- ✓ pokaže razumevanje dvojne narave (valovanje-tok delcev), vključno z uporabo poznavanja fotoefekta pri napovedi posledice zaradi spreminjanja jakosti ali valovne dolžine vpadne svetlobe in reševanje problemov, ki vključujejo valovno naravo snovi;
- ✓ pokaže razumevanje jedrskih reakcij in reši probleme, ki vključujejo radioaktivni razpad, kot so iskanje razpolovne dobe radioaktivnih izotopov in opiše vlogo jedrskih reakcij v naravi (na primer v zvezdah) ter opiše primere njihove uporabe, na primer v jedrskih reaktorjih;
- ✓ pokaže razumevanje enakosti med maso in energijo v jedrskih reakcijah in pretvorbah delcev.

## Kognitivna področja fizike

Tri kognitivna področja so opredeljena glede na to, kaj morajo dijaki znati in narediti, ko se soočajo z različnimi fizikalnimi nalogami v preizkusih znanja raziskave TIMSS za maturante. Prvo področje, *poznavanje dejstev*, zajema dejstva, postopke in koncepte, ki jih dijaki potrebujejo za solidno temeljno znanje fizike. Drugo področje, *uporaba znanja*, ima poudarek na sposobnosti dijaka, da uporabi znanje in razumevanje konceptov v neposrednih problemskih situacijah. Tretje področje, *sklepanje*, se ukvarja z dijakovim pristopom k nerutinskim nalogam v nepoznanih situacijah ter kompleksnim in večstopenjskim problemom. Vsako TIMSS vsebinsko področje bo vsebovalo naloge z vseh treh kognitivnih področij.

### Poznavanje dejstev

Naloge na tem področju ocenijo dijakovo osnovno poznavanje fizikalnih dejstev, informacij, konceptov, orodij in postopkov. Pravilno in široko faktografsko znanje omogoča dijakom, da so uspešni pri reševanju problemov, ki zahtevajo višje kognitivne ravni razmišljanja, kar je posebej pomembno pri raziskovalnem delu. Od dijakov se pričakuje, da priključijo ali prepoznajo pravilne fizikalne trditve, poznajo besednjak, dejstva, podatke, simbole, enote in postopke, da izberejo primerne naprave, opremo, merske pripomočke in eksperimentalne postopke za raziskovanje in eksperimentiranje.

Preglednica prikazuje razpored pričakovanih ravnanj dijaka/dijakinje, ko izkazuje poznavanje dejstev.

prikliče	oblikuje ali prepozna pravilno izjavo o naravoslovnih dejstvih, odnosih, procesih in konceptih; prepozna in uporablja znanstveni besednjak, simbole, okrajšave, enote in merila v ustreznih situacijah;
opiše	fizikalne pojave tako, da prikaže poznavanje lastnosti, strukture, pomena in odnosov med njimi;
navede primere	zagotovi ali opredeli primere postopkov in pojavov, ki imajo nekatere posebne lastnosti in pojasni izjavo o dejstvih ali konceptih z ustreznimi primeri.

## Uporaba znanja

Naloge na tem področju zahtevajo od dijakov, da uporabijo znanja o dejstvih, razmerij, procesih, konceptih, opremi in metodah v kontekstih, ki bi lahko bili prepoznani pri poučevanju in učenju fizike. To področje vključuje tako kvantitativne probleme, ki zahtevajo numerično rešitev in kvalitativne probleme, ki zahtevajo opisni odgovor.

Preglednica prikazuje razpored pričakovanih ravnanj dijaka/dijakinje, ko izkazuje uporabo znanja.

uporabi modele	diagrame ali grafe, da pokaže razumevanje fizikalnih konceptov, struktur, medsebojnih zvez, pojavov ali sistemov (npr. električni krog, zgradba atoma);
razloži informacije	uporabi znanje o fizikalnih konceptih in načelih, da razloži ustrezne besedilne, tabelarične, slikovne ali grafične informacije;
najde rešitve	določi ali uporabi fizikalne odnose, enačbe ali formule, da določi kvalitativno ali kvantitativno rešitev, ki je posledica neposredne uporabe ali prikaza koncepta;
pojasni	oblikuje razlago opazovanega ali naravnega pojava, s katero pokaže razumevanje fizikalnega koncepta, principa, zakona ali teorije.

## Sklepanje

Področje sklepanja vključuje probleme v novih situacijah, ki dijaku niso domača in bolj zapletene primere, ki zahtevajo od dijaka sklepanje na podlagi naravoslovnih načel, zakonov itd. Naloge lahko zahtevajo od dijakov, da analizirajo probleme in določijo kateri osnovni principi so prisotni; razvijejo in utemeljijo strategije za reševanje; izberejo in uporabijo ustrezne enačbe, formule, zveze ter ovrednotijo dobljene rešitve. Do pravilne rešitve tovrstnih problemov lahko vodijo različni pristopi in razvijanje sposobnosti pretehtati alternativne pristope in strategije je pomemben učni cilj pri učenju in poučevanju fizike. V veliki meri se pričakuje dijakova uporaba naravoslovnega sklepanja pri postavljanju in preverjanju hipotez ter pri analizi in tolmačenju podatkov. Znanstveno sklepanje zajema tudi razvijanje hipotez in oblikovanje znanstvenih raziskav.

Preglednica prikazuje razpored pričakovanih ravnanj dijaka/dijakinje, ko izkazuje znanje sklepanja:

analizira	da določi odnose, koncepte, korake reševanja; razvije in razloži strategijo reševanja problemskih nalog;
poveže	zapiše rešitev problema, ki zahteva premislek o več različnih dejavnikih ali ustreznih konceptih; naredi povezave med koncepti na različnih področjih fizike; integrira/vključi matematične koncepte ali postopke v reševanje fizikalnih problemskih nalog;
načrtuje raziskave	ali postopke primerne za odgovarjanje na naravoslovna vprašanja ali preverjanje hipotez; opiše ali prepozna značilnosti dobro zasnovanih raziskav v smislu merjenje in nadzorovane spremenljivke ter razmerij med vzroki in posledicami;
oblikuje vprašanja/postavi hipoteze/predvidi	oblikuje vprašanja, na katera je mogoče odgovoriti z raziskovanjem in predvidi rezultate raziskave iz zasnovanih informacij; postavi testne predpostavke, ki temeljijo na konceptualnem razumevanju in znanju iz izkušenj, opazovanja in/ali analizira naravoslovne informacije; uporabi dokaze in konceptualno razumevanje, da predvidi učinke sprememb pri fizikalnih pogojih;
ovrednoti	alternativne razlage in rezultate raziskav z dovolj velikim številom podatkov, ki podpira zaključke;
oblikuje zaključke	naredi veljavne sklepe na podlagi ugotovitev glede na opažanja, dokazov in/ali razumevanja fizikalnih pojmov; oblikuje primerne zaključke, ki se nanašajo na raziskovana vprašanja oziroma hipoteze;
posploši	oblikuje splošne zaključke, ki segajo preko eksperimentalnih ali podanih pogojev in zaključke uporabi v novih fizikalnih situacijah;
utemelji	z dokazovanjem potrjuje razlage in rešitve fizikalnih nalog, prikaže argumente, s katerimi podpre smiselnost rešitve, sklepanja iz raziskovanja ali znanstvene razlage.

### Vir:

Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.). (2014). TIMSS Advanced Assessment Frameworks. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Dosegljivo na: <http://timss.bc.edu/timss2015-advanced/frameworks.html>