



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

Učni načrt

SPLOŠNA GIMNAZIJA, STROKOVNA GIMNAZIJA

**IZBIRNI PREDMET
ASTRONOMIJA**

IZBIRNI PREDMET (70 UR)

Učni načrt

ASTRONOMIJA

Izbirni predmet (70 ur)

Predmetna komisija:

Rastislav Snoj, Elektrotehniška-računalniška strokovna šola in gimnazija Ljubljana, predsednik

dr. **Andreja Gomboc**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, članica

Boris Kham, Gimnazija Jožeta Plečnika Ljubljana, član

Andrej Guštin, Elektrotehniška-računalniška strokovna šola in gimnazija Ljubljana, soavtor

Pri pripravi je sodeloval še mag. **Miroslav Cvahte**, Zavod RS za šolstvo.

Recenzenta:

prof. dr. **Tomaž Zwitter**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Lojze Vrankar, Šolski center Rudolfa Maistra Kamnik

Izdala: Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport, Zavod RS za šolstvo

Za ministrstvo: dr. **Žiga Turk**

Za zavod: mag. **Gregor Mohorčič**

Uredila in jezikovno pregledala: Lea Lehner

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

37.091.214:52(0.034.2)

SNOJ, Rasto

Učni načrt. Gimnazija, strokovna gimnazija. Izbirni predmet. Astronomija [Elektronski vir] / [predmetna komisija Rastislav Snoj ... et al.]. - El. knjiga. - Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport : Zavod RS za šolstvo, 2012

Način dostopa (URL): http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2012/programi/gimnazija/ucni_nacrti.htm

ISBN 978-961-03-0036-6 (Zavod RS za šolstvo)

1. Gl. stv. nasl. 2. Gomboc, Andreja 3. Kham, Boris

261814272

Sprejeto na 147. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 2. 2. 2012.

Kazalo

1 OPREDELITEV PREDMETA	5
2 SPLOŠNI CILJI	6
3 OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE	8
4 STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA	21
5 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA	30
6 MATERIALNI POGOJI ZA IZVEDBO POUKA	34
7 ZNANJA IZVAJALCEV	34

1 OPREDELITEV PREDMETA

Pouk sodobne astronomije kot naravoslovne vede, sicer najstarejše znanosti, razvija dijakovo¹ sposobnost za razumevanje in preučevanje vesolja, tako da spozna in usvoji terminologijo in osnovne metode, ki jih uporabljamo pri preučevanju astronomskih pojavov in vesoljskih teles. Dijak se seznani z glavnimi astronomskimi teorijami o vesolju in naravi vesoljskih teles skozi zgodovino in spozna sodobna astronomska odkritja. Dijak moderno astronomijo spoznava v nenehni povezavi s fiziko in zna pridobljena fizikalna znanja kritično prenesti v širše okolje vesolja.

Dijak se seznani z vplivom, ki ga imajo odkritja v astronomiji na razvoj tehnologije (in obratno) in spozna njen vpliv na nekatera družbena dogajanja. Razume osnovne fizikalne zakonitosti delovanja astronomskih opazovalnih in merskih naprav, tako profesionalnih kot tudi ljubiteljskih v vsakdanjem življenju. Pouk astronomije postavlja v ospredje višje miselne procese, dijaka spodbuja k raziskovanju in razlaganju pojavov v okolju in mu daje priložnost, da razvija sposobnost kritičnega sprejemanja informacij in kritičnega razmišljanja ter pridobiva znanje, razumevanje, vrednote, stališča in spretnosti potrebna tudi za varovanje in izboljšanje okolja, s posebnim poudarkom na področju preprečevanja svetlobnega onesnaževanja. Z natančnejšim spoznavanjem vesolja, položaja človeštva v njem in zavedanjem majhnosti Zemlje spodbuja ekološko zavest in tolerantnost do soljudi.

¹ V tem učnem načrtu izraz *dijak* velja enakovredno za *dijaka* in *dijakinjo*. Enako izraz *učitelj* velja enakovredno za *učitelja* in *učiteljico*.

2 SPLOŠNI CILJI

Dijaki:

- Se seznanijo z glavnimi astronomskimi teorijami o vesolju in naravi vesoljskih teles skozi zgodovino in spoznajo sodobna astronomska odkritja. Moderno astronomijo spoznavajo v nenehni povezavi s fiziko in znajo pridobljena fizikalna in matematična znanja kritično uporabiti tudi za objekte v vesolju.
- Pridobijo si znanja o razumevanju sveta in lastni vlogi v njem. Obenem lažje postavijo ločnico med znanjem in praznoverjem, saj mnogi zaradi neznanja povezujejo astronomijo z astrologijo in drugimi oblikami kvaziznanosti.
- Dobijo dodatno motivacijo za raziskovanje, saj tudi sami izvedejo osnovne meritve in opazovanja, katerih ne bi zmogli brez ustreznih astronomskih predznanj.
- Okrepijo zavest, da je Zemlja le drobcen del vesolja ter da moramo poskrbeti, da bo človeštvo na njej lahko obstajalo čim dlje. V tej zvezi posebej poudarijo pomen skrbi za čisto okolje, ki je skupna vrednota človeštva.
- V ospredje postavljajo višje miselne procese s poudarkom na razumevanju in vrednotenju sodobnih dosežkov znanosti in tehnologije.
- Širijo si obzorja znanj, razumevanja in vrednot, ki so v sodobni tehnološki družbi nujno potrebne vsakemu izobraženemu posamezniku.

Dijaki pri pouku astronomije razvijajo predvsem naslednje kompetence (kombinacija znanja, spretnosti in odnosov):

- Temeljne kompetence v naravoslovju in tehnologiji
Raziskovanje in razumevanje naravnih procesov in pojavov kot temeljno znanje s področja astronomije ima pomembno vlogo pri celovitosti razumevanja sveta. Pomembno je tudi s stališča razvoja in aplikativnosti vseh tehničnih strok in je nujno za uspešno razumevanje mnogih pojavov iz vsakdanjega življenja. Poleg tega pri pouku astronomije razvijamo pomembne prvine ključnih kompetenc: kritično mišljenje, zmožnost reševanja problemov, ustvarjalno zmožnost ter zmožnosti dajanja pobud in sprejemanja odločitev.

- **Matematično kompetenco**
Razvijamo jo z uporabo matematičnega zapisa fizikalnih relacij in matematičnih orodij pri preučevanju naravnih pojavov povezanih z vesoljem.
- **Kompetenco digitalne pismenosti**
Dijaki jo pridobijo z ravnanjem z napravami, ki temeljijo na digitalni tehnologiji, ter z uporabo računalniških programov in interneta. Pri eksperimentalnih vajah dijaki pridobijo znanje in veščine tudi z uporabo računalnika kot krmilne naprave. Znanje, ki ga pridobijo pri pouku astronomije, je neposredno prenosljivo za uporabo sodobnih tehnoloških pripomočkov in merilnih naprav, katerih delovanje je povezano z digitalno tehnologijo oziroma računalnikom (osebni računalnik, sistemi krmiljenja Go-To, GPS tehnologija, digitalna kamera, digitalni fotoaparati). Pouk astronomije vsebuje uporabo IKT, predvsem s simulacijami pojavov z interaktivnimi računalniškimi animacijami (npr. elektronske zvezdne karte), uporabo posebnih programov za obdelavo astronomskih slik, uporabo osebnih planetarijev tipa Sky Scout.
- **Učenje učenja**
Kaže se v samostojnem učenju, razvijanju delovnih navad, iskanju virov v tujih jezikih, samostojni rabi informacijsko-komunikacijske tehnologije, načrtovanju lastnih aktivnosti, odgovornosti za lastno znanje in sposobnosti kritičnega samoocenjevanja znanja.
- **Kompetenco varovanja zdravja, ki je vključena v socialno kompetenco, je poudarjena s/z:**
 - razumevanjem navodil za ravnanje in upoštevanju opozoril za varovanje zdravja, npr. pri predvidevanju nevarnosti pri astronomskih opazovanjih Sonca, zaščiti pred UV sevanji in močno IR svetlobo, varni uporabi laserskih naprav; pridobitvijo veščin varnega eksperimentiranja, uporabo zaščitnih sredstev (npr. filtrov) in varno uporabo sodobnih tehničnih pripomočkov, predvsem teleskopov pri eksperimentalnih vajah oziroma opazovanjih;

- Kompetenco sporazumevanja v slovenskem in tujem jeziku (uporaba računalniških programov, tuja literatura, delo v povezavi s seminarскими nalogami).

3 OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE

Dijaki:

- se sistematično seznanijo z glavnimi teorijami astronomije skozi zgodovino;
- spoznavajo vpliv astronomskih spoznanj na družbo in njihov pomen za razvoj predstav o svetu in vlogi človeka v njem;
- se učijo opazovati astronomske pojave, zapisovati rezultate opazovanj, analizirati pojave in procese, kompleksno razmišljati in reševati probleme, uporabljati strokovno literaturo in sodobne elektronske medije za pridobivanje informacij in podatkov;
- se učijo komunicirati na področju astronomije in naravoslovja; pri tem uporabljajo jezik fizike in matematike, obvladajo ustrezne fizikalne enote za pomembne fizikalne količine, znajo razpravljati o svojih eksperimentalnih izkušnjah, jih prikazati z grafi, tabelami in matematičnimi izrazi;
- sposobni so prenesti znanje eksperimentiranja, pridobljenega pri fiziki, tudi na astronomska opazovanja, kar pomeni, da znajo pravilno uporabiti glavne astronomske instrumente in fizikalne merilne naprave;
- znajo načrtovati preproste poskuse ter jih tudi samostojno izvesti, učijo se zapisovati rezultate meritev, jih ustrezno predstaviti in analizirati; ob opazovanjih (vajah) dijaki razvijejo odgovoren odnos do eksperimentalnega dela in lastnega zdravja, kar še prav posebej velja za opazovanja Sonca;
- skozi astronomijo bolje spoznavajo znanstveni pogled na svet in se zavedajo celote sveta, ki nas obdaja (od mikro-sveta do astronomskih dimenzij vesolja);
- pridobijo znanje in veščine, ki so potrebne za varovanje okolja;
- bolje razumejo naravne pojave in procese v vsakdanjem življenju;
- privzgojijo si spoštljiv odnos do narave in zavest o neizogibni soodvisnosti posameznika in družbe z naravo ter o njegovi soodgovornosti za obstoj življenja na Zemlji;
- z možnostjo izdelave raziskovalnih nalog in s pripravo na tekmovanja iz znanja astronomije si zagotovijo dodatno možnost za uveljavitev in boljšo samopodobo.

Gimnazijski program obsega 70 ur. Vsebinski cilji so v učnem načrtu razdeljeni na dva nivoja, osnovni in višji. Po 5 ur pri vsakem nivoju je namenjenih eksperimentalnemu terenskemu delu – izbranim vajam iz eksperimentalnega dela.

Osnovni nivo (30 ur) predstavljajo splošna znanja, ki naj jih obravnavajo vsi dijaki.

Višji nivo (30 ur) zajema vsebine, ki jih lahko učitelji vključujejo po svoji presoji in željah dijaka; ure pa lahko namenijo tudi eksperimentalnemu delu ali izdelavi projektnih in raziskovalnih nalog.

Eksperimentalni del (10 ur)

Astronomija v srednji šoli nadgradi osnovnošolsko predznanje astronomije in se tesno navezuje na znanje iz fizike v srednji šoli.

V poglavju Vsebinski cilji:

- so splošna znanja (osnovni nivo) zapisana v pokončnem tisku;
- so izbirna znanja (višji nivo) zapisana v poševnem tisku.

KRATEK PREGLED ZGODOVINE ASTRONOMIJE: 4 URE

Dijaki spoznajo:

- začetke astronomije pri starih ljudstvih;
- starogrške filozofe in astronome ter njihova odkritja in zablode (Aristarh, Hiparh, Eratosten, Ptolemaj);
- heliocentrični in geocentrični sistem (Kopernikov model);
- Keplerjeve zakone in to, da se planeti gibljejo po elipsah;
- izumitelja refraktorjev in reflektorjev (Lippershey in Newton);
- Galileovo astronomsko uporabo daljnogleda in njegova prva astronomska odkritja, ki so podprla kopernikanski model vesolja;
- fizikalna odkritja Newtona in uspehe klasične mehanike skozi spoznanja o gibanju nebesnih teles;

- zgodovinsko ozadje odkritja širjenja vesolja in teorije velikega poka;
- odkritja eksoplanetov;
- *zgodovinski pomen koledarjev in napovedi mrkov;*
- *matematično navidezno podobnost heliocentričnega in geocentričnega sistema;*
- *retrogradno gibanje zunanjih planetov;*
- *Roemerjevo meritev svetlobne hitrosti z mrki Jupitrovih lun;*
- *Halleyevo napoved vrnitve kometa;*
- *Herschelovo odkritje naše galaksije in odkritje Urana;*
- *Bradleyevo zvezdno aberacijo;*
- *osnove sodobne Einsteinove splošne relativnosti in astronomski dokaz za njeno veljavnost;*
- *Penzias-Wilsonovo odkritje sevanja kozmičnega ozadja – prasevanja kot ostanka prapoka.*

NEBESNA SFERA (NEBO): 6 UR

Osnovni pojmi na nebesni sferi (3 ure)

Dijaki spoznajo:

- kaj je nebesna obla;
- navidezno vrtenje nebesne oble;
- svetovno ali nebesno os;
- spreminjanje videza nebesne oble z zemljepisno širino kraja opazovališča;
- pojem zenita;
- pojem meridijana in kaj je kulminacija nebesnega objekta;
- osnovno orientacijo glede na Sonce (gnomon);
- ozvezdja in nekaj izrazitejših ozvezdij, vidnih iz naših krajev;
- osnovno nočno orientacijo na nebu;
- ekvatorialni in horizontski koordinatni sistem ter določanje koordinate nebesnega telesa na zvezdni karti;
- pomladišče (točka gama);
- uporabo vrtljive zvezdne karte;
- različno oddaljenost nebesnih objektov od Zemlje;

- letno gibanje Sonca po nebu in povezavo s kroženjem Zemlje okoli Sonca ter ekliptiko;
- kako lahko že s prostim očesom ugotovimo, kateri objekt na nebu je zvezda in kateri svetlejši planet;
- *pojem višine nebesnega objekta nad obzorjem (h) in graf $h(t)$;*
- *zvezdni čas;*
- *pravi Sončev čas, srednji*
- *Sončev čas in pravi poldan;*
- *ocenitev kotov med nebesnimi objekti.*

Gibanje nebesnih teles (2 uri)

Dijaki spoznajo:

- pravo in navidezno gibanje Lune;
- pravo in navidezno gibanje planetov;
- pojma siderski in sinodski obhodni čas;
- pojme konjunkcija, opozicija in elongacija;
- perihelij in afelij;
- perigej in apogej;
- *povezavo siderskega in sinodskega obhodnega časa;*
- *Lunino libracijo.*

Geometrija mrkov (1 ura)

Dijaki spoznajo:

- kdaj oz. zakaj nastane Sončev mrk (popolni, delni, kolobarjasti);
- da se pri popolnem mrku pojavi prstan;
- vzrok za nastanek Luninega mrka (popolni, delni);
- barvo Lune pri Luninem mrku;
- *oranžno barvo Lune pri popolnem mrku (Danjonova skala);*
- *pogostost Sončevih in Luninih mrkov;*
- *zakaj so mrki lokalno pogojeni;*
- *pojave, ki jih je mogoče videti ob popolnem Sončevem mrku.*

DINAMIKA: 5 UR

Dijaki spoznajo:

- univerzalnost Keplerjevih zakonov in gravitacijskega zakona (gibanje eksoplanetov, vrtenje galaksij ...);
- da se planeti gibljejo po elipsah in da je kroženje planetov približek;
- da se hitrost planetov na tiru spreminja glede na lego planeta (npr. perihelij in afelij);
- gravitacijski zakon in njegov zapis v matematični obliki;
- nastanek plime in oseke;
- izračun za maso Zemlje;
- oceno za privlačno silo npr. Sonca;
- odvisnost težnega pospeška na površju nebesnega telesa od mase in velikosti telesa, kar izhaja iz gravitacijskega zakona;
- izračun gravitacijskega pospeška za različne nebesne objekte;
- uporabo gravitacijskega zakona za izračun točke, kjer je privlačnost Lune in Zemlje enaka (ali planet – planet);
- splošno veljavnost gravitacijskega zakona;
- da na gibanje planetov poleg Sonca vplivajo tudi drugi planeti (npr. tako so odkrili Uran);
- da se curek svetlobe v bližini masivnega telesa odkloni in da imamo predele v vesolju, kjer svetloba ne more uiti;
- *povezavo med centripetalno silo planeta z gravitacijskim zakonom in oceno mase Sonca;*
- *povezavo med tretjim Keplerjevim zakonom in gravitacijskim zakonom (izpopolnjen tretji Keplerjev zakon) in izračun za mase Lune, planetov;*
- *da veljajo Keplerjevi zakoni tudi drugod v vesolju;*
- *da na Zemljino os delujeta Sonce in Luna – spoznajo precesijo Zemljine osi;*
- *da se začetek ekvatorialnega nebesnega koordinatnega sistema spreminja s časom.*

RAZDALJA DO NEBESNIH TELES: 1 URA

Dijaki spoznajo:

- princip paralakse in uporabo v astronomiji;
- izračun v preprostih primerih paralakse.

ASTRONOMSKI OPTIČNI INSTRUMENTI: 4 URE

Dijaki spoznajo:

- lomni in odbojni zakon ter valovne lastnosti svetlobe;
- pomen interference oz. uklona svetlobe in vpliv na ločljivost teleskopov;
- svetlobo kot (tudi) energijo in osnovne fotometrične količine ter definicijo gostote energijskega toka;
- teleskop kot svetlobni ojačevalec in pomen velikosti objektiva za opazovanje šibkih objektov;
- navidezno magnitudo; Pogsonovo enačbo oz. zvezo med j in navideznim sijem (magnitudo);
- osnovne principe delovanja optičnih astronomskih teleskopov;
- klasifikacijo teleskopov na refraktorje, reflektorje in katadioptrične teleskope;
- izračun povečave teleskopa in pot značilnih žarkov;
- izračun ločljivost teleskopa (Rayleighov kriterij in Dawesova formula);
- *določene optične napake teleskopov;*
- *odlike in pomanjkljivosti posameznih vrst teleskopov;*
- *različne načine nastavitve teleskopov (azimutalna, polarna nastavitve);*
- *osnove astrofotografije;*
- *princip delovanja adaptivne optike;*
- *nastanek spektra in uporabo interferenčnih filtrov za opazovanje v izbrani barvi;*
- *delovanje računalniško vodenih teleskopov.*

OSONČJE : 4 URE

Dijaki spoznajo:

- različne vrste teles v Osončju (planeti, lune, asteroidi, kometi, Sonce);
- planete;
- razdalje in velikost Osončja od Sonca do Oortovega oblaka;
- nekaj osnovnih lastnosti različnih teles v Osončju;
- osnovne značilnosti planetov (velikost v razmerju z Zemljo, glavne lastnosti površja oz. atmosfer);
- razliko med meteoriti, meteoroidi in meteorji;
- razliko med planeti in pritlikavimi planeti;
- *karto Luninega površja (morja, kraterji);*
- *lego glavnega asteroidnega pasu, Kuiperjevega pasu in Oortovega oblaka;*
- *osnovne lastnosti asteroidov;*
- *nastanek kome in repa pri kometih;*
- *nastanek meteorjev;*
- *različne metode merjenja razdalj v Osončju;*
- *pomembnejše rezultate raziskovanja Osončja z vesoljskimi sondami.*

ZVEZDE: 6 UR

Dijaki spoznajo:

- osnovne lastnosti zvezd, kakor jih vidimo na nebu (navidezna magnituda, barva);
- dejstvo, da so zvezde na različnih oddaljenostih in da so ozvezdja le navidezni liki na nebu;
- da so razdalje do zvezd velike in se merijo v svetlobnih letih;
- da obstajajo spremenljivke in večzvezdni sistemi;
- razliko med zvezdami in planeti (zakaj je Sonce zvezda in zakaj Jupiter ni);
- tipe zvezd, ki se ločijo po velikosti, izsevu in efektivni temperaturi;
- barvo zvezd in povezo z efektivno temperaturo zvezd;
- izračun izseva Sonca s Stefanovim zakonom;
- zgradbo zvezd (na primeru Sonca);
- izvor energije v zvezdah – fuzija;
- *glavne metode preučevanja zvezd (fotometrija, spektroskopija);*

- različne tipe zvezd (*rdeče orjakinje, zvezde glavne veje, različne pritlikavke, nevtronske zvezde*);
- razlike v spektrih različnih tipov zvezd;
- pomen H-R diagrama;
- načelo hidrostatičnega ravnovesja v zvezdah;
- odvisnost lege zvezde na glavni veji H-R diagrama od mase zvezde;
- korake p-p fuzijske reakcije v zvezdah;
- plasti Sončeve atmosfere (*korona, kromosfera, fotosfera*);
- temperaturo in tlak v središču Sonca.

RAZVOJ ZVEZD IN PLANETARNIH SISTEMOV: 4 URE

Dijaki spoznajo:

- nastanek zvezd s sesedanjem molekularnih oblakov;
- različne faze – življenje zvezd;
- različne življenjske faze zvezd (*protozvezda, zvezda na glavni veji H-R diagrama, rdeča orjakinja, bela pritlikavka, supernova, nevtronska zvezda in zvezdna črna luknja*);
- razlago za nastanek planetov v okolici mladih zvezd;
- *da je življenjska pot zvezd odvisna od njihove mase;*
- *da je življenjska doba zvezd odvisna od njihove mase;*
- *tipične vrednosti za življenjsko dobo masivnih in manj masivnih zvezd;*
- *osnovne lastnosti rdečih orjakinj, belih pritlikavk, nevtronskih zvezd in črnih lukenj (velikosti, površinske temperature, tipične izseve v primerjavi s Sončevim);*
- *okvirno razlago eksplozije supernove;*
- *obstoj številnih planetarnih sistemov.*

NEZVEZDNA VESOLISKA TELESNA: 4 URE

Dijaki spoznajo: da poleg zvezd in galaksij obstajajo v vesolju tudi nezvezdni objekti in njihove glavne vrste;

- glavne razlike med nezvezdnimi telesi in zvezdami;
- razliko med posameznimi vrstami nezvezdnih objektov;
- njihove osnovne lastnosti in zgradbo;
- da vsebujejo galaksije poleg zvezd tudi oblake plina in prahu;
- da oblaki prahu povzročajo absorpcijo vidne svetlobe in temne lise na Rimski cesti;
- da se v središčih galaksij nahajajo supermasivne črne luknje in opazovalne dokaze o njihovem obstoju;
- *različne vrste meglic in jih znajo povezati z razvojem zvezd;*
- *da zvezde nastajajo v skupinah iz oblakov medzvezdnega plina in da mlade vroče zvezde pogosto obdaja emisijska meglica in mehanizem zakaj sveti;*
- *da nekatere zvezde v kasnejših stopnjah razvoja odvržejo veliko snovi in tvorijo planetarne meglice;*
- *napovedi modelov nastanka zvezd in napovedi, da v tem procesu nastanejo tudi planeti;*
- *da so spiralno strukturo Galaksije določili z radijskimi opazovanji vodika v njej;*
- *kako model s supermasivno črno luknjo v središču galaksije razloži, da so nekatera galaktična jedra aktivna, druga pa ne.*

GALAKSIJE: 4 URE

Dijaki spoznajo:

- osnovne lastnosti (obliko in dimenzije) naše galaksije;
- da obstaja v vesolju nekaj sto milijard galaksij;
- osnovne tipe galaksij;
- opazovalna dejstva o tem, da se vesolje širi in da se v splošnem galaksije oddaljujejo od naše;
- da se galaksije povezujejo v jate;
- *razliko med pojmi Galaksija in Rimski cesta ter prevodom iz angleščine Mlečna cesta;*
- *kvalitativno razlago nastanka spiralnih rokavov v spiralnih galaksijah;*

- *pojem Lokalna jata;*
- *metode za merjenje razdalj med galaksijami;*
- *kvalitativno razlago nastanka galaksij;*
- *da se gibanje galaksij in jat galaksij kaže s prisotnostjo t.i. manjkajoče mase ali temne snovi.*

KOZMOLOGIJA – VESOLJE KOT CELOTA: 4 URE

Dijaki spoznajo:

- da se vesolje širi;
- Hubblov zakon in kako ga je Edwin Hubble odkril;
- Dopplerjev pojav in kako izmerimo hitrost oddaljevanja galaksij z njim;
- kako z izmerjeno hitrostjo in uporabo Hubblovega zakona določamo oddaljenost galaksij;
- da dejstvo (po potrebi s pomočjo analogij) o oddaljevanju galaksij od nas ne pomeni, da smo v središču vesolja;
- pomen končne hitrosti svetlobe pri tem, da ne vidimo oddaljenih objektov takih kot so v tem trenutku, ampak gledamo v preteklost;
- da je bilo začetno vesolje sestavljeno iz vodika in helija, višji elementi pa so nastali kasneje v zvezdah;
- da sodobna opazovanja kažejo, da se vesolje širi pospešeno;
- pojma temna snov in temna energija;
- nekaj možnih končnih scenarijev razvoja vesolja;
- *nekaj ključnih opazovalnih dejstev, ki podpirajo model velikega poka;*
- *ključne stopnje v nastanku vesolja;*
- *pojem prasevanja;*
- *sodobne meritve prasevanja in njihov pomen za študij nastanka struktur v vesolju (galaksij in jat galaksij).*

RAZISKOVANJE IN IZRABA VESOLJA: 4 URE

Dijaki spoznajo:

- osnovna zgodovinska dejstva o človekovem prodoru v vesolje – astronautika;
- pomembne mejnike v astronautiki (Sputnik, Vostok 1, Apollo 11, sonde Pioneer, Voyager, MIR, Space Shuttle, ISS);
- smer razvoja astronautike in bližnje cilje v osvajanju vesolja;
- nepogrešljivost in velik pomen vesoljskih teleskopov pri raziskovanju vesolja;
- nekaj najbolj znanih vesoljskih teleskopov (Hubble, Spitzer, IRAS, Chandra, Compton, Herschel, Kepler) in namen njihove uporabe;
- *izračun za prvo kozmično hitrost;*
- *izračun za višino geostacionarne orbite;*
- *drugo kozmično hitrost;*
- *da se pri poletih v vesolje uporablja gravitacijsko polje planetov za pospeševanje vesoljskih plovil;*
- *nekaj vrst satelitov glede na namen uporabe;*
- *koristnost uporabe spletnih orodij za ugotavljanje časov preletov najpomembnejših vesoljskih plovil v orbiti Zemlje (ISS).*

NERAZPOREJENO: 10 UR

Namenjene so ponavljanju, utrjevanju, preverjanju in ocenjevanju znanja ter diskusiji.

PRAKTIČNI DEL (NABOR MOŽNIH EKSPERIMENTALNIH VAJ): 10 UR

Dijak svojo eksperimentalno dejavnost ustrezno dokumentira in pripravi poročilo o delu ter seminarsko nalogo. Ta se vsebinsko nanaša na katerokoli obravnavano tematiko, lahko tudi na praktični del.

Dijak naredi tiste vaje, ki so glede na opremljenost šole in njeno usmeritev najbolj smiselne. Vaje naj dijak dela samostojno, če to ni izvedljivo zaradi pomanjkanja opreme, pa v čim manjših skupinah. Pri vajah se dijaki delijo na skupine v skladu veljavnimi normativi. Če gre za vajo, ki hkrati pomeni tudi opazovanje pomembnega enkratnega astronomskega dogodka (avtentičnost pouka), delitev na skupine ni potrebna.

Navedeni nabor vaj je priporočilo, število ur v oklepaju pa pomeni predviden čas za izvedbo določene vaje. Vaje označene z DN so 'dnevne vaje', oznaka T pomeni vaje, ki jih je najbolje izvesti na taborih v okviru izbirnih vsebin. Priporočljivo je, da dijak na šoli naredi vsaj dnevne vaje oz. tiste, ki jih lahko izvajamo med samim poukom ali podnevi.

Vaje osnovnega nivoja so v pokončnem tisku, višjega pa v poševnem.

- Orientacija na nebu (2 uri) **T**
- Uporaba vrtljive zvezdne karte (1 ura) **T**
- Meritev gravitacijskega pospeška in določanje mase Zemlje (nitno nihalo) **DN**
- Zemljepisna širina in dolžina kraja (gnomon) **DN**
- Merjenje višine nebesnega objekta, risanje grafa $h(t)$ in določitev kulminacije nebesnega objekta
- Spoznavanje optičnih principov delovanja refraktorjev, reflektorjev in katadioptričnih instrumentov (objektivi, okularji, korektorji, filtri) (2 uri) **DN**
- Varno opazovanje Sonca, teleskop s H-alfa filtrom, navadni črno beli filter in metoda projekcije (2 uri) **DN**
- Opazovanje Lune v prvem krajcu in spoznavanje značilnih kraterjev in morij (2 uri)

- Opazovanje planetov s posebnim poudarkom na opazovanju Jupitra in prehoda lun (3 ure) **T**
- Risanje lege planetov za vsak mesec v zvezdno karto in s tem določitev tira planeta glede na zvezdno ozadje (5 ur)
- Ocena števila vidnih zvezd na nebu (2 uri) **T**
- Merjenje svetlobne onesnaženosti s SQM (1 ura)
- Opazovanje planetov, npr. Jupitra z lunami, opazovanje najsvetlejših DS objektov, skiciranje (npr. M13, M42, M31) (2 uri)
- Zapisovanje Sončeve aktivnosti – Wolfovo število (1 ura) **DN**
- *Nastavitev teleskopov (azimutalna, ekvatorialna) (1 ura)*
- *GoTo sistemi, pomembna periferija (CCD), povezava teleskopa z računalnikom (4 ure)*
- *Delo z osebnim elektronskim planetarijem (2 uri) T*
- *Razna (tudi opazovanja priložnostnih zanimivosti) astronomska opazovanja in merjenja, prehodi satelitov in ISS: 6 ur (3 x 2 uri)*
- *Merjenje (ocena) velikosti sončnih peg (fotografija in računalnik) (2 uri) DN*
- *Fotografiranje protuberanc in določanje njihovih razsežnosti (2 uri) DN*
- *Določanje Hubblove konstante (1 ura) DN*
- *Astrofotografija Lune v primarnem fokusu z zrcalnorefleksnim fotoaparatom in uporaba digitalnega aparata v okularni projekciji (4 ure)*
- *Gostota energijskega toka Sonca in ocena solarne konstante ter površinske temperature na Soncu (2 uri) DN*
- *Ugotavljanje prehoda nebesnega telesa čez meridian (2 uri)*
- *Testiranje ločljivosti teleskopa (1 ura)*
- *Merjenje višine gora na Luni – izračun iz predhodno pridobljenih merskih rezultatov (1 ura) DN*
- *Določanje premera kraterjev na Luni in fotografija z WEB kamero v primarnem fokusu ali z digitalnim fotoaparatom po afokalni metodi (2 uri)*

- *Merjenje dolžine Sončeve sence z gnomonom- gibanje Sonca čez dan (3 ure) DN*
- *Določanje geografske širine s pomočjo Sonca (1 ura) DN*
- *Določanje premera planetov (1 ura)*

4 STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA

Standardi znanja predstavljajo tista znanja, določena v poglavju Operativni cilji in vsebine, ki jih uporabljamo pri preverjanju in ocenjevanju znanja.

S poudarjenim tiskom so zapisani minimalni standardi, ki jih pri ocenjevanju uporabimo kot osnovo za pozitivno oceno. *S poševnim tiskom so zapisani višji standardi*, ki jih pri ocenjevanju uporabimo kot osnovo za odlično oceno.

Oprelitev standardov in minimalnih standardov po posameznih vsebinah:

Kratek pregled zgodovine astronomije

Dijak:

- našteje najpomembnejše antične astronome in navede nekaj njihovih ugotovitev o vesolju;
- **zna opisati heliocentrični sistem in ga primerjati z geocentričnim sistemom;**
- našteje in na kratko opiše Keplerjeve zakone;
- poimenuje izumitelja refraktorjev in reflektorjev;
- **razume pomen Galilejevih astronomskih odkritij z daljnogledom;**
- **ve, da se vesolje širi;**
- ve za odkritja eksoplanetov in zna poiskati relevantne informacije o najnovejših odkritjih s tega področja na spletu;
- *ob skici razloži retrogradno gibanje zunanjih planetov;*
- *opiše Roemerjevo meritev svetlobne hitrosti z mrki Jupitrovih lun;*
- *v nekaj stavkih opiše veliki pok.*

Nebesna sfera (Nebo)

Dijak:

- **zna razložiti pojem nebesna obla;**
- **zna razložiti, da se nebesna obla navidezno vrti;**
- **zna pojasniti, da je videz nebesne oble na zemeljskih polih drugačen kot na Zemljinem ekvatorju;**
- **zna naštetih vsaj tri značilna ozvezdja za vsak letni čas;**
- **ponoči se zna orientirati z osnovnimi ozvezdji;**
- razume in zna razložiti, kaj je svetovna ali nebesna os;
- zna razložiti, kaj je nebesni meridijan in kaj je kulminacija nebesnega objekta;
- zna uporabiti zvezdno karto in z njeno pomočjo določiti deklinacijo in rektascenzijo nebesnega objekta;
- zna razložiti ekvatorialni in horizontski koordinatni sistem;
- zna razložiti ekliptiko;
- zna pojasniti pojem magnituda;
- zna razložiti, kako spoznamo iz opazovanj na nebu, kateri objekt je planet ali zvezda;
- *zna razložiti letno gibanje Sonca po nebu in ga zna povezati s kroženjem Zemlje okoli Sonca in to povezati s pojmom ekliptika;*
- *razume, kaj je zvezdni čas;*
- *zna pojasniti, kaj je pravi in srednji Sončev čas in pravi poldan;*
- *zna praktično oceniti kote med nebesnimi objekti (npr. dvojne zvezde).*

Gibanje nebesnih teles

Dijak:

- **zna povedati, kaj je pravo in navidezno gibanje Lune;**
- **zna razložiti pravo in navidezno gibanje planetov;**
- zna razložiti vzrok, zakaj nekateri planeti zarišejo pentljo na zvezdno ozadje;
- zna razložiti pojme (definicije): konjunkcija, opozicija, elongacija, perihelij, afelij, perigej in apogej;
- **zna razložiti pogoje, pri katerih nastanejo Lunini in Sončevi mrki;**
- **zna razlikovati med popolnim, delnim in kolobarjastim Sončevim mrkom;**

- **zna razlikovati med delnim in popolnim Luninim mrkom;**
- zna razložiti, zakaj je Luna pri popolnem Luninem mrku bakreno rdeča;
- *zna definicijo za siderijski in sinodski obhodni čas;*
- *zna uporabiti povezavo med siderskim in sinodskim obhodnim časom;*
- *zna rešiti računske naloge z obhodnimi časi;*
- *zna razložiti Lunino libracijo;*
- *zna razložiti koliko mrkov (Luninih in Sončevih) je lahko v enem letu;*
- *za Lunine mrke pozna Danjonovo skalo in jo zna razložiti;*
- *zna povedati, zakaj so mrki lokalno pogojeni;*
- *zna razložiti pojav Bailijevih biserov in diamantnega prstana.*

Dinamika

Dijak:

- **zna povedati Keplerjeve zakone;**
- **zna povedati, da se planeti gibljejo po elipsah in da je gibanje po krožnici približek;**
- **zna razložiti, da se hitrost planetov na tiru spreminja glede na lego planetov na orbiti;**
- **zna razložiti gravitacijski zakon in ga zapisati v matematični obliki;**
- zna razložiti, da veljajo Keplerjevi zakoni tudi drugod v vesolju;
- zna razložiti plimo in oseko;
- zna uporabiti enačbo za gravitacijski zakon in drugi Newtonov zakon za izračun mase Zemlje (planeta);
- zna uporabiti gravitacijski zakon in z njim izračunati gravitacijski pospešek na različnih nebesnih telesih (planetih);
- zna izračunati privlačno silo Sonca;
- *zna razložiti, zakaj se začetek (točka gama) ekvatorialnega nebesnega koordinatnega sistema spreminja s časom;*
- *zna razložiti povezavo med tretjim Keplerjevim in gravitacijskim zakonom;*
- *zna izračunati mase Lune, planetov;*
- *zna razložiti precesijo Zemljine osi.*

Razdalja do nebesnih teles

Dijak:

- zna razložiti in uporabiti princip paralakse.

Astronomski opazovalni inštrumenti

Dijak:

- **zna zapisati lomni in odbojni zakon z enačbo;**
- **pozna valovne lastnosti svetlobe (uklon in interference);**
- **pozna pomen interference oz. uklona svetlobe in vpliv na ločljivost teleskopov;**
- ve za osnovne fotometrične količine in jih našteje;
- zapiše definicijo gostote energijskega toka jo z enačbo in pravilno navede enote;
- **razume pomen velikosti objektiva za opazovanje šibkih objektov;**
- zna zapisati Pogsonovo enačbo in pozna zvezo med j in navideznim sijem (magnitudo);
- pozna klasifikacijo teleskopov na refraktorje, reflektorje in katadioptrične teleskope;
- **zna izračunati povečavo teleskopa iz podatkov o goriščni razdalji objektiva in okularja;**
- **nariše pot značilnih žarkov skozi teleskop;**
- izračuna ločljivost teleskopa (Rayleighov kriterij in Dawesova formula);
- *našteje določene optične napake teleskopov;*
- *navede odlike in pomanjkljivosti posameznih vrst teleskopov;*
- *pojasni odlike in pomanjkljivosti različnih načinov nastavitve teleskopov (azimutalna, polarna nastavitve);*
- *razume osnove astrofotografije;*
- *opiše princip delovanja adaptivne optike;*
- *razloži nastanek spektra z interferenco ali z disperzijo svetlobe;*
- *ve za uporabo interferenčnih filtrov pri opazovanju v izbrani barvi;*
- *pozna delovanje računalniško vodenih teleskopov.*

Osončje

Dijak:

- **zna naštetih različne vrste teles v Osončju (planeti, lune, asteroidi, kometi, Sonce);**
- **zna naštetih planete;**
- pozna razdalje in velikost Osončja od Sonca do Oortovega oblaka;
- **pozna nekaj osnovnih lastnosti različnih teles v Osončju;**
- pozna osnovne značilnosti planetov (velikost v razmerju z Zemljo, glavne lastnosti površja oz. atmosfer);
- zna ločiti med meteoriti, meteoroidi in meteorji;
- **zna na karti pokazati nekaj lastnosti Luninega površja (morja, kraterji);**
- navede razliko med planeti in pritlikavimi planeti;
- *pozna lego glavnega asteroidnega pasu, Kuiperjevega pasu in Oortovega oblaka;*
- *zna naštetih osnovne lastnosti asteroidov;*
- *zna razložiti nastanek kome in repa pri kometih;*
- *zna razložiti nastanek meteorjev;*
- *zna razložiti različne metode merjenja razdalj v Osončju;*
- *pozna pomembnejše rezultate raziskovanja Osončja z vesoljskimi sondami.*

Zvezde

Dijak:

- zna naštetih osnovne lastnosti zvezd, kakor jih vidimo na nebu (navidezna magnituda, barva);
- **pozna dejstvo, da so zvezde na različnih oddaljenostih in da so ozvezdja le navidezni liki na nebu;**
- **ve, da so razdalje do zvezd velike in se merijo v svetlobnih letih;**
- ve, da obstajajo spremenljivke in večzvezdni sistemi;
- **zna ločiti med zvezdami in planeti (zakaj je Sonce zvezda in zakaj Jupiter ni);**
- ve, da je več tipov zvezd, ki se ločijo po velikosti, izsevu in efektivni temperaturi;
- zna barvo zvezd povezati z efektivno temperaturo zvezd;
- zna s Stefanovim zakonom izračunati izsev Sonca;
- zna na primeru Sonca pojasniti zgradbo zvezd;

- zna pojasniti izvor energije v zvezdah – fuzija;
- *pozna glavne metode preučevanja zvezd (fotometrija, spektroskopija);*
- *loči med različnimi tipi zvezd (rdeče orjakinje, zvezde glavne veje, različne pritlikavke, nevtronske zvezde);*
- *ve za razlike v spektrih različnih tipov zvezd;*
- *pozna pomen H-R diagrama;*
- *zna na H-R diagramu poiskati različne tipe zvezd;*
- *razume načelo hidrostatičnega ravnovesja v zvezdah;*
- *ve, da je od mase zvezde odvisna njena lega na glavni veji H-R diagrama;*
- *pozna korake p-p fuzijske reakcije v zvezdah;*
- *pozna plasti Sončeve atmosfere (korona, kromosfera, fotosfera);*
- *pozna temperaturo in tlak v središču Sonca.*

Razvoj zvezd in planetarnih sistemov

Dijak:

- zna razložiti nastanek zvezd s sesedanjem molekularnih oblakov;
- **razume, da zvezde z jedrskimi reakcijami porabljajo energijo in grede zaradi tega skozi različne faze – življenje zvezd;**
- *pozna različne življenjske faze zvezd (protozvezda, zvezda na glavni veji H-R diagrama, rdeča orjakinja, bela pritlikavka, supernova, nevtronska zvezda in zvezdna črna luknja);*
- *v literaturi in na internetu zna poiskati primere zvezd v različnih življenjskih fazah;*
- *zna v glavnih korakih razložiti nastanek planetov v okolici mladih zvezd;*
- **ve, da obstajajo številni planetarni sistemi;**
- *ve, da je življenjska pot zvezd odvisna od njihove mase;*
- *ve, da je življenjska doba zvezd odvisna od njihove mase; pozna tipične vrednosti za življenjsko dobo masivnih in manj masivnih zvezd;*
- *zna na H-R diagramu pokazati življenje zvezde z veliko maso, življenje Sonca in zvezde z zelo majhno maso;*
- *pozna osnovne lastnosti rdečih orjakinj, belih pritlikavk, nevtronskih zvezd in črnih lukenj (velikosti, površinske temperature, tipične izseve v primerjavi s Sončevim);*

- *zna okvirno razložiti eksplozijo supernove.*

Nezvezdna vesoljska telesa

Dijak:

- **zna naštetih glavne vrste nezvezdnih teles v vesolju;**
- **loči med nezvezdnimi telesi in zvezdami in zna pojasniti po čem se nezvezdna telesa razlikujejo od zvezd in med sabo;**
- zna pojasniti njihove osnovne lastnosti in zgradbo;
- **na sliki prepozna nekaj konkretnih primerov nezvezdnih teles;**
- **ve, da obstajajo v vesolju tudi druga osončja oz. planeti okrog drugih zvezd (eksoplaneti);**
- ve, da vsebujejo galaksije poleg zvezd tudi oblake plina in prahu;
- ve, da oblaki prahu povzročajo absorpcijo vidne svetlobe in temne lise na Rimski cesti;
- **ve, da se v središčih galaksij nahajajo supermasivne črne luknje;**
- **zna naštetih vrste meglic;**
- *zna povezovati znanje o razvoju zvezd z znanjem o medzvezdnih telesih in pozna njihove medsebojne relacije;*
- *ve, da zvezde nastajajo v skupinah iz oblakov medzvezdnega plina; ve, da mlade vroče zvezde pogosto obdaja emisijska meglica in zna razložiti zakaj sveti; ve, da nekatere zvezde v kasnejših stopnjah razvoja odvržejo veliko snovi in tvorijo planetarne meglice;*
- *pozna napovedi modelov nastanka zvezd, ki pravijo, da v tem procesu nastanejo tudi planeti;*
- *ve, da so z radijskimi opazovanji vodika v Galaksiji določili njeno spiralno strukturo;*
- *zna razložiti, zakaj so nekatera galaktična jedra aktivna.*

Galaksije

Dijak:

- **zna opisati obliko in velikost (premer, debelino) naše galaksije;**
- ve, da obstaja v vesolju nekaj sto milijard galaksij;

- **zna naštetih osnovne tipe galaksij;**
- **ve, da se vesolje širi in da se v splošnem galaksije oddaljujejo od naše;**
- *pozna razliko med pojmom Galaksija in Rimska cesta ter kdaj uporabljamo katerega;*
- *zna kvalitativno pojasniti nastanek spiralnih rokavov;*
- **ve, da se galaksije povezujejo v jate;**
- *pozna pojem Lokalna jata;*
- *zna pojasniti vsaj eno metodo za merjenje razdalj med galaksijami;*
- *zna kvalitativno opisati nastanek galaksij;*
- *ve, da gibanje galaksij in jat galaksij kaže na prisotnost t.i. manjkajoče mase ali temne snovi.*

Kozmologija – vesolje kot celota

Dijak:

- **ve, da se vesolje širi;**
- *okvirno opiše zgodovinsko ozadje odkritja širjenja vesolja in teorije velikega poka;*
- **zna zapisati in pojasniti Hubblov zakon;**
- *zna pojasniti, kako izmerimo hitrost oddaljevanja galaksij z Dopplerjevim pojavom ter kako z izmerjeno hitrostjo in uporabo Hubblovega zakona določamo oddaljenost galaksij;*
- **razume, da oddaljevanje galaksij od nas ne pomeni, da smo v središču vesolja;**
- **razume, da zaradi končne hitrosti svetlobe ne vidimo oddaljenih objektov takih kot so v tem trenutku, ampak gledamo v preteklost;**
- **ve, da je bilo začetno vesolje sestavljeno iz vodika in helija, višji elementi pa so nastali kasneje v zvezdah;**
- *pozna nekaj možnih končnih scenarijev razvoja vesolja;*
- *zna naštetih vsaj eno ključno opazovalno dejstvo, ki podpira model velikega poka;*
- *ve za ključne stopnje v nastanku vesolja;*
- *zna okvirno pojasniti pojem prasevanje;*
- *ve za sodobne meritve prasevanja in njihov pomen za študij nastanka galaksij in jat galaksij;*

- *ve, da sodobna opazovanja kažejo, da se vesolje širi pospešeno;*
- *pozna pojma temna snov in temna energija.*

Raziskovanje in izraba vesolja

Dijak:

- **našteje najpomembnejše mejnike v astronautiki;**
- razloži pomen uporabe vesoljskih teleskopov pri raziskovanju vesolja;
- **našteje nekaj najbolj znanih vesoljskih teleskopov;**
- *zapiše enačbo za prvo kozmično hitrost;*
- *zna izračunati višino geostacionarne orbite;*
- *našteje nekaj vrst satelitov glede na namen uporabe;*
- *zna uporabiti spletna orodja za ugotavljanje čase preletov najpomembnejših vesoljskih plovil v orbiti Zemlje (ISS).*

5 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Program astronomije v gimnaziji je zaključena celota, ki obsega cilje na osnovnem in *višjem* nivoju.

Obvezna znanja (osnovni nivo) so opredeljena kot znanja, ki so nujno potrebna za splošno izobrazbo in so namenjena vsem dijakom, zato jih mora učitelj obvezno obravnavati.

Izbirna znanja (višji nivo) opredeljujejo dodatna ali poglobljena znanja, ki jih učitelj obravnava glede na zmožnosti in interese dijakov, ter glede na razpoložljivo eksperimentalno opremo.

Vrstni red obravnave

Vrstni red podajanja snovi in razvrstitev tem znotraj poglavij s tem učnim načrtom nista predpisana. Učno snov učitelji sami razporedijo v okviru ur, ki so na voljo. Zaradi lažjega matematičnega pristopa in predznanja fizike je možen takšen vrstni red, pri katerem se predznanje navedenih predmetov kar najbolj učinkovito uporabi tudi pri pouku astronomije.

Posamezne vsebine so lahko podane tudi v drugačnem obsegu od predvidenega in na način, ki kar najbolje ustreza povezavi predmeta astronomija s predmeti fizike in matematike na posamezni šoli. Tako se lahko izognemo nepotrebni podvajanju snovi in dosegamo boljše učne učinke.

Razporeditev ur po poglavjih

Ob posameznih poglavjih je zapisano predlagano število ur, ki so namenjene obravnavi poglavja. To število ni obvezujoče, kaže pa na pričakovano poglobljenost pri obravnavi posameznih tem. Razporejenih je 50 od 70 ur, preostale ure so namenjene ponavljanju, preverjanju znanja, diskusiji in eksperimentalnim vajam ter seminarskim nalogam.

Metode poučevanja

Na osnovnem nivoju je večina tem podrobneje opredeljenih, poudarek pa je na kvalitativni obravnavi učne snovi ter na razumevanju osnovnih fizikalnih zakonov in konceptov. Pri tem

je pouk podprt z ustreznimi demonstracijskimi poskusi in eksperimentalnimi vajami dijakov. Računske naloge na osnovnem nivoju ne bi smele presežati vsebin, ki so zajete v opisih tem. Težišče preverjanja znanja na obeh nivojih naj bo na razumevanju osnovnih fizikalnih zakonitosti in ne na faktografiji.

Izbirne vsebine (povezava z vsakdanjim življenjem, trajnostna vzgoja itd.)

Pri višjem nivoju lahko učitelji v povezavi z usmeritvijo šole ali glede na zanimanje dijakov tudi sami izdelajo podrobnejši učni načrt.

Več področij astronomije, zajetih v učnem načrtu, se navezuje na vsakodnevne izkušnje oz. spoznanja, do katerih lahko brez posebne opreme pride vsak posameznik. V delu 'višja raven' imajo učitelji možnost z dodatnimi temami usmerjati pouk tako, da ga dodatno povezujejo z vsakdanjim življenjem in problemi, ki jih povzročata razvoj v našem okolju, posledicami, ki izvirajo iz tega in načini, kako se jim izognemo. Taki temi sta na primer svetlobno onesnaževanje in pravilno osvetljevanje, energija in obnovljivi energijski viri. Možno je izbrati tudi teme, ki se navezujejo na zgodovinski razvoj astronomske znanosti in njen vpliv na družbo in s tem povezanimi tehnološkimi, etičnimi, socialnimi in filozofskimi vprašanji.

Uporaba računalnika pri pouku astronomije

Uporaba računalnika mora doprinesti k novi kakovosti pouka (merjenje z računalnikom, obdelava meritev, interaktivnost, modeliranje, analiza, animacija ...), ne pa zgolj golemu projiciranju prosojnic. Nujna so tudi osnovna spoznanja o različnih načinih zajemanja podatkov za potrebe astronomije s pomočjo računalnikov.

Medpredmetne povezave

Mnoge vede so se razvile iz astronomije ali vzporedno z njenimi potrebami, zato so spoznanja astronomske znanosti integrirana v različne druge znanosti, kar na srednješolskem nivoju omogoča lažje medpredmetno povezovanje. Pouk astronomije, kot ene od temeljnih naravoslovnih ved, razvija dijakovo sposobnost za preučevanje naravnih pojavov v vesolju, in sicer predvsem v povezavi s fiziko, ter tako že sam po sebi pomeni izrazito interdisciplinarno povezavo med fiziko, pa tudi matematiko, biologijo in ostalimi naravoslovnimi znanostmi. Na

področju povezav z družboslovjem pa je posebej pomembna tista z zgodovino, saj so tudi astronomska odkritja spreminjala podobo družbe in vplivala na miselne tokove skozi stoletja.

Sodobna astronomija ni mogoča brez uporabe najnovejših znanj s področja informacijske tehnologije in tehnike nasploh, zato je ta vidik v npr. tehniški gimnaziji v povezavi s strokovnimi predmeti elektrotehniške in računalniške usmeritve še posebej pomemben.

Primeri nekaterih medpredmetnih povezav

Fizika: merjenje in merske napake, Newtonova mehanika (dinamika in statika, kinematika), vidna svetloba in ostala EM valovanja z obravnavo valovnega modela, fotoefekta in geometrijske optike, valovni pojavi pri svetlobi, svetloba kot energija, Stefanov in Wienov zakon, plinska enačba in jedrska fizika.

Matematika: spoznavanje univerzalnosti matematičnega jezika – že z elementarno matematiko je mogoče opisati in razložiti pojave v vesolju. Geometrija omogoča določanje stvarnih velikosti, razdalj in pojavov v vesolju (velikost Zemlje, oddaljenost vesoljskih teles, geometrija mrkov, geometrija na nebesni krogli), potrebno je še znanje linearne funkcije, sistema linearnih enačb, kotnih funkcij, logaritamskih in eksponentnih funkcij, risanje grafov funkcij, poznavanje vektorjev.

Biologija: nočni vid, lastnosti človeškega vida in zgradba očesa, vpliv svetlobe različnih valovnih dolžin na zdravje, svetlobno onesnaževanje.

Geografija: geografski in nebesni koordinatni sistemi, gibanje Zemlje okoli Sonca in vpliv na letne čase.

Umetnost: Herschel, upodobitve zvezdnega neba in astronomskih pojavov skozi dela slikarjev, glasba ...

Angleški jezik: astronomija ponuja možnost medpredmetnega povezovanja tudi s predmetom angleški jezik, saj je večina strokovne literature, relevantnih spletnih strani in astronomskih programskih orodij v angleškem jeziku.

Ostali tuji jeziki: podpora pri iskanju informacij, literatura, splet.

Informatika: uporaba elektronskih preglednic in programov za obdelavo slik, elektronski planetariji.

Elektronika – multimedija: pogon robotiziranih teleskopov, sodobne digitalne naprave za snemanje v vidnem in IR delu spektra in zajem podatkov.

Avtomatika, digitalna tehnika: robotizirani teleskopi, vodenje teleskopov.

Računalništvo: programiranje robotiziranih teleskopov, elektronske zvezdne karte.

Ekologija: svetlobno onesnaževanje, toplogredni učinek.

Zgodovina: astronomska spoznanja in njihov vpliv na družbene tokove od antike, preko srednjega veka, renesanse do moderne zgodovine.

Filozofija: prvi modeli vesolja in antični filozofi, različni pogledi na svet in Newtonova mehanika.

Fleksibilnost in odprtost učnega načrta

Predmet praviloma izvajamo v tretjem ali četrtem letniku.

Eksperimentalne vaje, ki jih zaradi narave dela lahko opredelimo kot nočne vaje, se lahko izvedejo tudi v nižjih letnikih v okviru taborov ali drugih dejavnosti. Dijaki lahko te vaje opravijo tudi v okviru krožkov ali društev, ki izvajajo astronomska opazovanja.

Odprtost učnega načrta je poudarjena skozi nabor vsebin, ki jih pokriva višji nivo. Priporočljivo je, da predavatelj obravnava vsaj polovico navedenih vsebin, ostalo pa lahko dopolni ali izbere po lastnem premisleku ali glede na interes dijakov in ostale okoliščine, kot je npr. kakšen pomemben aktualni astronomsko obarvan dogodek. Odprtost učnega načrta naj spodbudi učitelje, avtorje didaktičnih gradiv, pa tudi strokovnjake z drugih področij, učitelje drugih predmetov in dijake, da bodo sodelovali pri izbiri tem oziroma poudarkov.

Preverjanje in ocenjevanje znanja

Ocenjevanje znanja je ugotavljanje in vrednotenje, v kolikšni meri dijak dosega cilje oziroma standarde znanja iz učnih načrtov, in se izvede po preverjanju znanja. Pri ocenjevanju znanja se osredotočimo na znanje in ne iščimo neznanja.

Pri astronomiji preverjamo in ocenjujemo znanje na tri možne načine:

- ustno preverjanje in ocenjevanje, vsaj enkrat letno (lahko tudi ocena predstavljenih seminarskih nalog, referatov ali projektnih nalog);
- pisno preverjanje in ocenjevanje (ena pisna naloga na ocenjevalno obdobje);
- ocenjevanje eksperimentalnega dela (opazovanj in meritev na terenu).

6 MATERIALNI POGOJI ZA IZVEDBO POUKA

Šola lahko izvaja izbirni predmet astronomija, če ima na voljo specializirano fizikalno učilnico in kabinet z ustrezno opremo ter naslednjo osnovno opremo za pouk astronomije:

- Osebni elektronski GPS planetarij (npr. Celestron Skyscout), 1 kos;
- Binokular 60 mm ali več s stativom, 1 kos;
- Dijakom prijazni varni solarni teleskop Meade CORONADO PST 40 mm, 1 kos;
- Očala za varno opazovanje Sonca Baader Planetarium, 34 kosov;
- Vrtljive zvezdne karte, 34 kosov;
- Stellarium software (brezplačen);
- Zeleni laserski kazalec, 1 kos;
- Teleskop, 1 kos; (priporočilo: računalniško voden teleskop GO-TO, 5" ali več).

7 ZNANJA IZVAJALCEV

Učitelj izbirnega predmeta astronomija mora imeti znanja fizike ali astronomije.

Laborant pri izbirnem predmetu astronomija mora imeti najmanj srednješolsko izobrazbo, ki vsebuje znanje fizike ali drugih predmetov s fizikalnega predmetnega področja v obsegu vsaj 315 ur.