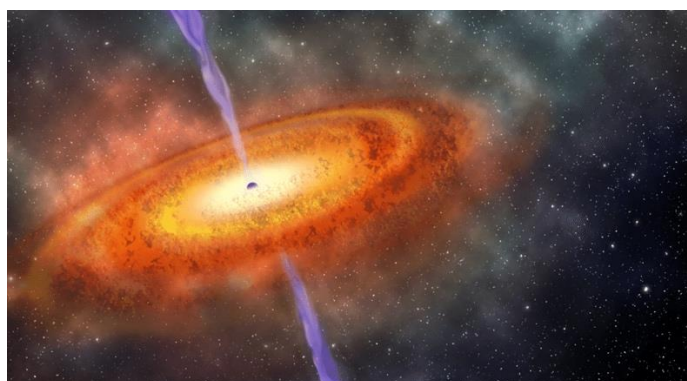


OŠ Brinje Grosuplje
Ljubljanska cesta 40a
1290 Grosuplje

ČRNA LUKNJA

Raziskovalna naloga

Področje: Astronomija



Avtorja: Svit Selan, Svit Verhovšek, 4. c
Mentorica: Vesna Jeromen

Grosuplje, marec 2019

KAZALO

1	UVOD	5
2	TEORETIČNI DEL	6
2.1	KAJ JE ČRNA LUKNJA?	6
2.2	ODKOD IME?	6
2.3	NASTANEK ČRNE LUKNJE	7
2.3.1	Sile	7
2.3.2	Gravitacijska sila	8
2.3.3	Atomi	8
2.3.4	Nastanek zvezde	9
2.3.5	Nastanek supernove	10
	Nastanek črne luknje	10
2.4	ZANIMIVOSTI O ČRNIH LUKNJAH	11
2.4.1	Predvidenja o črnih luknjah	11
2.4.2	Filmi o črnih luknjah	12
3	EMPIRIČNI DEL	14
3.1	METODA	14
3.2	SIMULACIJA ČRNE LUKNJE	15
3.2.1	Osnove matematike	15
3.2.2	Osnove fizike	17
3.2.3	Razvoj programa	17
3.2.4	Delci	17
3.2.5	Uporabljene vrednosti	18
3.3	REZULTATI	18
4	ZAKLJUČEK	19
5	VIRI	20
6	PRILOGE	21
6.1	Prosojnice iz predstavitve 4.c razredu	21

6.2	Podatki o našem sončnem sistemu	24
6.3	Sliki simulacije	24
6.4	Koda programa	25
6.4.1	Glavni del v QML	25
6.4.2	Knjižnica v JavaScriptu	29

POVZETEK

Odločila sva se, da bova naredila raziskovalno nalogo iz astronomije. Za temo sva izbrala črne luknje. V knjižnici sva si izposodila literaturo, obiskala pa sva tudi ljubljanski observatorij na Golovcu, kjer sva poslušala predavanje o supermasivnih črnih luknjah. Poizvedela sva, kaj so črne luknje, kako nastanejo in kako vplivajo na njihovo okolico. Nato sva poskušala razviti računalniško simulacijo, kjer sva poskušala pokazati, kaj bi se zgodilo z Zemljo, če bi se naše Sonce spremenilo v črno luknjo. Svoje znanje in odkritja sva v okviru raziskovalne naloge predstavila tudi svojim sošolcem v obliki kratke učne ure.

1 UVOD

V tej raziskovalni nalogi sva poskušala odkriti, kaj je to črna luknja in kako črne luknje vplivajo na naše vesolje. Poskušala sva tudi ugotoviti, ali so nevarne za Zemljo. Na koncu sva še naredila računalniški model črne luknje, na katerem se vidi, kako črna luknja požre naš planet. Svoje pridobljeno znanje sva na koncu predstavila svojim sošolcem. Da sva lahko razumela pojem črne luknje, sva morala začeti pri osnovah fizike in kemije, ki pa ju četrtošolci še nimamo. Za vodstvo in razlage na tem področju in tudi pri ostalih delih raziskovalne naloge se zahvaljujema očetu Romanu Verhovšku, ki naju je vodil skozi raziskovanje in nama pomagal pri razvoju simulacije.

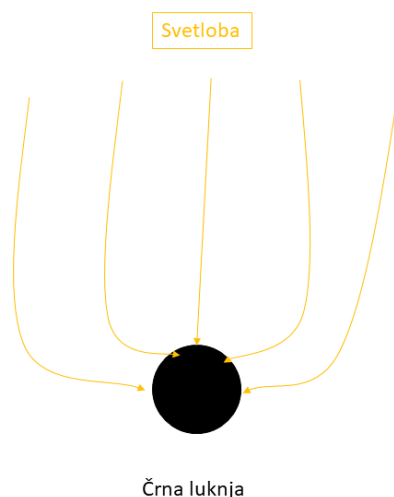
2 TEORETIČNI DEL

2.1 KAJ JE ČRNA LUKNJA?

Črne luknje so ene najbolj skrivnostnih nebesnih teles v vesolju. Kljub temu, da črnih lukenj ne moremo videti, močno vplivajo na naše vesolje. So tako močne, da jim nebesna telesa težko pobegnejo. Nekateri pa tudi verjamejo, da črne luknje povezujejo naše vesolje z drugimi vesolji.

2.2 ODKOD IME?

Črna luknja je dobila ime črna, ker zaradi njene gravitacije nič ne more pobegniti. Tudi svetloba ne. Zato jih ne moremo videti.



Ker vsako veliko telo vleče drugo telo (npr. Zemlja vleče raketo), rabi drugo telo dovolj veliko hitrost, da ji pobegne. Tej hitrosti rečemo ubežna hitrost. Raketa potrebuje vsaj 11,2 km/s, da lahko zapusti Zemljo.

Večja je masa telesa, večja je ubežna hitrost. Zato je na Luni ta hitrost 2,4 km/s, na Soncu pa 617,5 km/s. Črne luknje pa imajo tako veliko maso, da je ubežna hitrost večja od hitrosti svetlobe. Ker nobeno telo ne more potovati hitreje od svetlobe (299792,458 km/s), nobeno telo ne more pobegniti črni luknji, ko je v njej.

2.3 NASTANEK ČRNE LUKNJE

Črna luknja je umrla zvezda. Zato, da lahko nastane črna luknja, se mora najprej zvezda roditi. Da pa rojstvo lahko razložimo, moramo poznati osnove fizike in kemije.

2.3.1 Sile

Vse stvari v vesolju bi morale mirovati. Da se začne gibati, mora nanj delovati sila. Primer: če s prstom porinemo kolo, se začne premikati. Nanj je delovala sila našega prsta in kolo je pospešilo do končne hitrosti. Potem pa je nanj začela delovati sila trenja in upora, zato se je ustavilo.



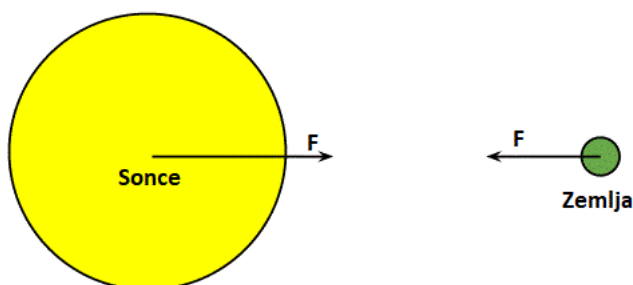
Če se kolo premika z določeno hitrostjo in se ta hitrost ne spreminja, nanj ne delujejo sile.

Zgoraj omenjene sile delujejo na dotik, toda v naravi obstajajo sile, ki delujejo na daljavo. Te sile so:

- sila gravitacije med dvema telesoma,
- elektro-magnetna sila pri magnetih in električnem toku,
- močna jedrska sila v atomu, ki skupaj drži protone in nevtrone, in
- šibka jedrska sila, ki sodeluje pri jedrskem sevanju.

2.3.2 Gravitacijska sila

Med dvema telesoma vedno deluje privlačna sila. Ta sila je odvisna od mase obeh teles. Ker ima človek majhno maso, sile med dvema človekoma ne čutimo. Ker pa je Zemlja ogromna, pa čutimo, kako nas vleče. Enako velja za privlačnost med Zemljo in Soncem.

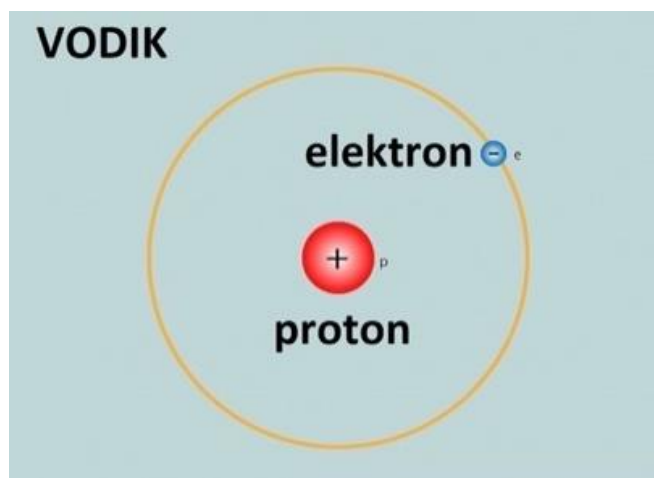


Večja je masa, večja je sila. Če pa je razdalja večja, pa je sila manjša.

2.3.3 Atomi

Naš svet je sestavljen iz majhnih delčkov, ki jih imenujemo atomi. Atomi imajo jedro, ki ga sestavljajo protoni in nevtroni, okoli jedra pa krožijo elektroni.

Najmanjši atom je vodik, ki ga označujemo s črko H, ima en proton in en elektron. Če bi atom imel dva protona, dva elektrona in dva nevtrona, bi se imenoval helij z oznako He.



S protoni, nevtroni in elektroni lahko sestavljamo poljubne atome. Trenutno poznamo 118 različnih atomov. Vse znane atome najdemo v periodnem sistemu elementov.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,01																	2 He 4,00
2	3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
3	11 Na 23,0	12 Mg 24,3											13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
4	19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
5	37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 96,0	43 Tc [97,9]	44 Ru 101,0	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0	
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]	

kovine
polkovine
nekovine

Iz več elementov je atom sestavljen, težji je. Najtežji atomi pa postanejo nestabilni in v določenem času razpadejo na dva manjša atoma, pri tem pa oddajajo radioaktivno sevanje.

2.3.4 Nastanek zvezde

Ob nastanku vesolja je obstajal le vodik, zato smo v vesolju imeli oblake vodika. Zvezde so nastale z združevanjem vodika. Zaradi gravitacije se je oblak vodika začel zgoščevati in segrevati. Tak oblak imenujemo protozvezda. Ko temperatura doseže 10 milijonov °C, se začne vodik zlivati v helij in pri tem se začne sproščati energija. Oblak zažari in rodi se zvezda.

2.3.5 Nastanek supernove

Zvezda živi 10 milijard let, potem pa ji zmanjka vodika. Ker ima helij večjo maso kot vodik, se zaradi gravitacije zvezda še bolj stisne in postane še bolj vroča. Tako vroča, da se začne helij zlivati v težje atome, dokler se ne zlije v železo. Takrat eksplodira in nastane supernova.

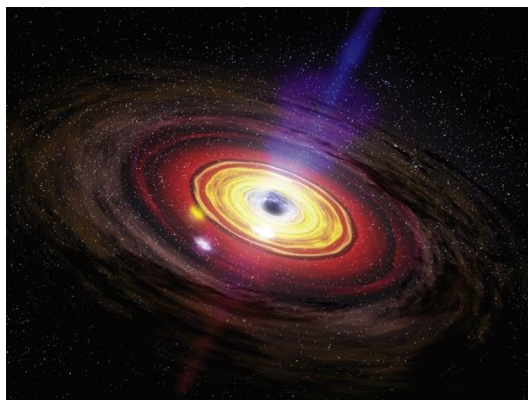


Nastanek črne luknje

Ostanek supernove lahko postane nevtronska zvezda, če pa je ostanek supernove vsaj trikrat težji od našega Sonca, pa se začne sesedati vase in iz ostanka nastane črna luknja.

Črna luknja nato požira vsa nebesna telesa in postaja vse močnejša.

Obstajajo pa tudi supermasivne črne luknje, ki imajo maso milijard naših Sonc in se nahajajo v središču galaksij. Tam je namreč veliko zvezd, ki jih požrejo. Tudi naša galaksija Rimska cesta ima tako črno luknjo v svojem središču.



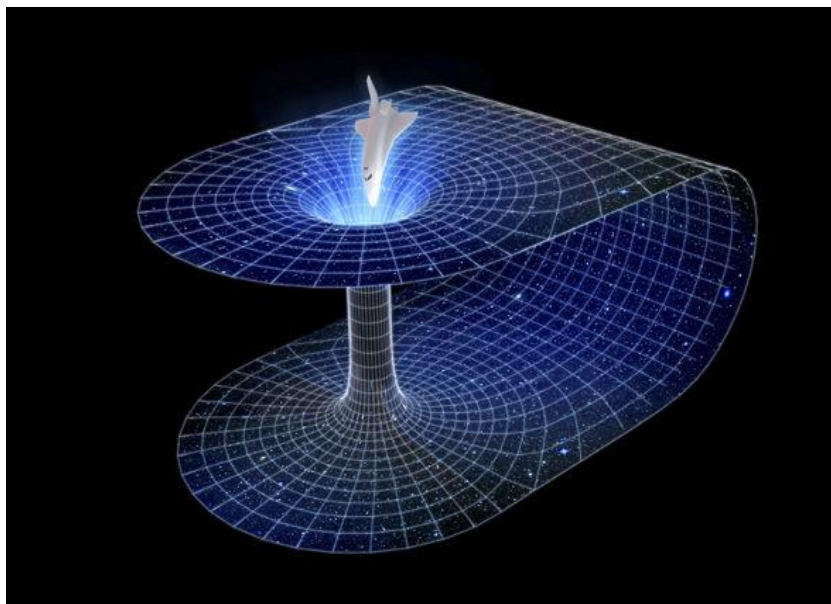
2.4 ZANIMIVOSTI O ČRNIH LUKNJAH

2.4.1 Predvidenja o črnih luknjah

Ko padaš v črno luknjo, črna luknja dele telesa, ki so bližji njej, bolj povleče k sebi, zato bi nas pri padanju raztegnila.



Nekateri strokovnjaki menijo, da črne luknje ustvarjajo prehode v druga vesolja in tem prehodom pravimo črvine. Na naši strani bi črna luknja posrkala telesa, na drugem koncu vesolja pa bi bela luknja izpljunila ta telesa. Najbolj drzne teorije pa menijo, da bi lahko preko črvin potovali skozi čas.



2.4.2 Filmi o črnih luknjah

Črne luknje nastopajo v mnogih fantazijskih filmih. Večinoma za hitro potovanje v vesolju. Primer filmov:

- Izgubljeni v vesolju (po angleško Lost in Space)

Ljudje morajo zaradi nesreče v vesoljski ladji pristati na neznanem planetu. Tam srečajo robota in se spoprijateljijo. Ko ugotovijo, da bo ta planet padel v črno luknjo, poskušajo pobegniti.



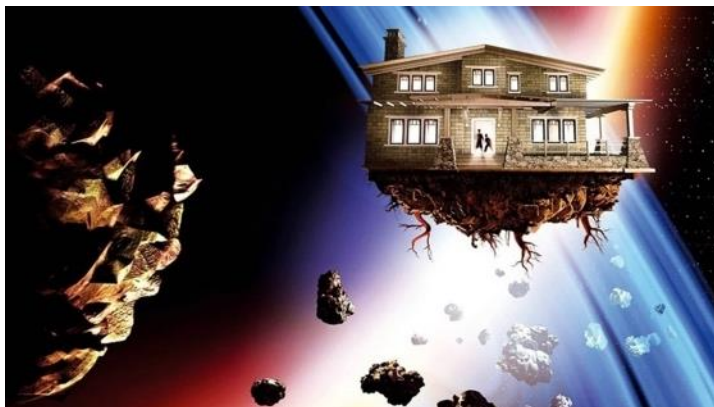
- Medzvezdje (po angleško Interstellar)

Zemlja je onesnažena in ljudje morajo najti nov planet za preživetje. Ker so taki planeti zelo daleč, so morali potovati skozi črvino.



- Zatura (po angleško Zathura)

Dva brata najdeta v kleti igro, ki vrže njuno hišo v vesolje. Da bi lahko prišli nazaj na Zemljo, morajo uspešno odigrati igro. Igro končajo tako, da padejo v črno luknjo.



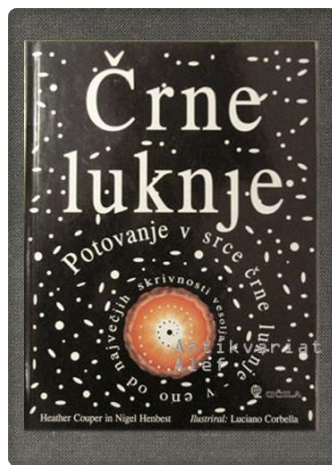
3 EMPIRIČNI DEL

3.1 METODA

Na začetku sva si v knjižnici izposodila dve knjigi o črnih luknjah:

- Črne luknje (Couper, H. in Henbest, N.) in
- Zvezda, od rojstva do črne luknje (Dyer, A).

Iz obeh knjig sva izvedela vse potrebno o črnih luknjah.



Oče od Svita V. je nato razložil, kako delujejo sile v naravi, kako naravo sestavljajo majhni delci, ki se imenujejo atomi, in kako vse to vpliva na razvoj črne luknje.

Ker so na ljubljanskem observatoriju imeli večerno predavanje o supermasivnih črnih luknjah, sva se tega predavanja udeležila. Na žalost zaradi oblakov nisva mogla opazovati s teleskopom.



Nato sva na računalniku sprogramirala simulacijo padca Zemlje v črno luknjo.

Na koncu sva pripravila Powerpoint prosojnice, ki so nama pomagale predstaviti najino raziskovalno nalogo učencem 4. c razreda. Poslušalcev je bilo 25.



3.2 SIMULACIJA ČRNE LUKNJE

Ker sva hotela, da najina simulacija teče na računalnikih, pametnih telefonih in tablicah, nama je oče od Svita V. predlagal programiranje z ogrodjem Qt, kjer sva uporabila programska jezika QML in JavaScript.

Qt je zelo drago razvojno orodje, ampak če je koda programa vsem dostopna, je uporaba Qt zastoj. Vse, kar sva sprogramirala, sva dala na GitHub pod <https://github.com/svitv/blackhole>.

3.2.1 Osnove matematike

Za izdelavo raziskovalne naloge je bilo potrebno znanje iz matematike višjih razredov.

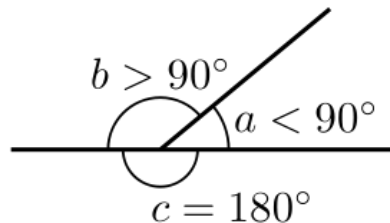
Najprej sva spoznala pojem negativnih števil. Ta števila se nahajajo na drugi strani številske premice, kar nam pomaga pri risanju na mreži.



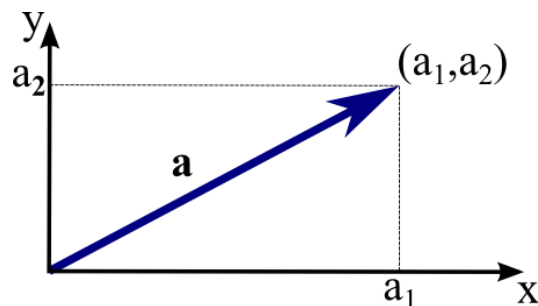
Iz take premice vidimo, da je 2 večji od 1, -2 pa manjše od -1.

Nato sva spoznala kote. Če se telo giblje od leve proti desni, imamo kot 0° .

Če se obrnemo desno in gremo od zgoraj proti dol, se obrnemo za 90° . Če pa gremo od spodaj navzgor, pa se obrnemo za -90° . Pri 180° se začnemo obračati, pri 360° pa nadaljujemo naravnost.



Na koncu sva spoznala še vektor, ki je daljica s smerjo. Smer označimo s puščico.



Vsak vektor lahko razbijemo na dva pravokotna vektorja: a_1 in a_2 . V stari Grčiji je Pitagora ugotovil, da če poznamo a_1 in a_2 , potem lahko izračunamo dolžino a :

$$a^2 = a_1^2 + a_2^2$$

Kvadrat števila dobimo tako, da število pomnožimo samo s seboj. Primer: $10^2 = 10 \cdot 10 = 100$.

Obratna operacija je koren $\sqrt{}$. Primer: $\sqrt{100} = 10$.

Iz a_1 in a_2 lahko dobimo tudi kot med njima s trigonometrično funkcijo kotangens.

Vse potrebne računalniške funkcije je v JavaScriptu razvil oče od Svita V.

3.2.2 Osnove fizike

Med dvema telesoma deluje gravitacijska sila. Ta je večja, če je večja masa, a manjša, če se razdalja veča.

Enačba je sledeča:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

To pomeni, da je sila F enaka $G \cdot m_1 \cdot m_2 : r^2$, kjer je r razdalja med Zemljo in črno luknjo, m_1 je masa Zemlje, m_2 masa črne luknje in G je gravitacijska konstanta $0,000000000667 \text{ m}^3/\text{s}^2\text{kg}$.

Pospešek dobimo tako, da delimo silo F z maso Zemlje.

3.2.3 Razvoj programa

Glavni del programa se nahaja v datoteki `main.qml`.

Program ima eno okno velikosti 1024×1024 točk. V meniju lahko zapustimo program ali izvemo o avtorjema.

V ozadju sva dala sliko vesolja.

Tudi za črno luknjo sva dala sliko in jo postavila v sredino zaslona na točki (504, 504), ker je slika črne luknje velika 16 točk.

3.2.4 Delci

Ker se Zemlja v simulaciji premika, uporabimo delec s sliko (`ImageParticle`). Ta delec ima svojo sliko in se vrti okoli svoje osi.

Delec ustvarimo z oddajnikom (`Emitter`). Oddajnik pove, kje se Zemlja nahaja, kakšna je njena hitrost in koliko delcev ustvari (pri nas je le ena Zemlja).

Ko se Zemlja premika, nanjo vpliva gravitacija (`Gravity`).

Gravitacija je sila, ki povzroča pospešek. Pospešek se spreminja glede na razdaljo, pri tem pa se mu spreminja tudi smer.

3.2.5 Uporabljene vrednosti

Določila sva, da je en dan dolg eno sekundo na računalniku.

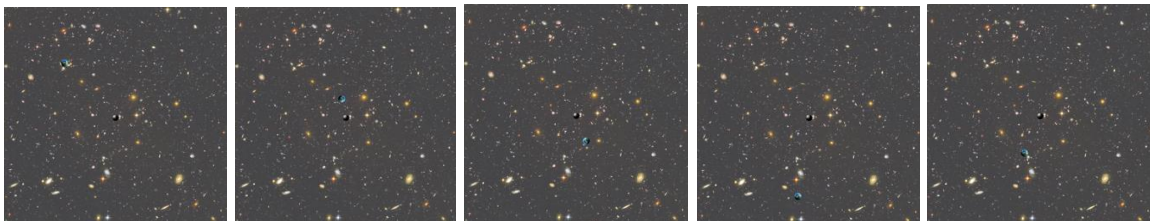
Prav tako sva določila, da je razdalja med Zemljo in črno luknjo enaka oddaljenosti Zemlje od sonca, kar je 150 milijonov km oziroma je vsaka točka na zaslonu dolga približno en milijon km.

Prav tako sva morala iz enačbe s pomočjo očeta od Svita V. izračunati pospešek v točkah na sekundo.

3.3 REZULTATI

Simulacija je pokazala, da Zemlja ne bi takoj padla v črno luknjo.

V resnici Zemlja začne krožiti okoli črne luknje po sploščeni elipsi in potrebno je veliko let, da Zemlja pade v črno luknjo.



Ugotovila sva, da je Zemlja v bližini črne luknje dobila pospešek, kakršnega sta dobili vesoljski sondi Voyager 1 in Voyager 2 pri planetu Jupiter in s tem pridobili večjo hitrost.

V programu sva popravila, da se simulacija ustavi, ko se Zemlja dotakne črne luknje, ker bi bil pospešek neskončen pri razdalji 0.

Rezultate sva predstavila 21. 2. 2019 v 4.c razredu s prosojnicami in video posnetkom simulacije.

4 ZAKLJUČEK

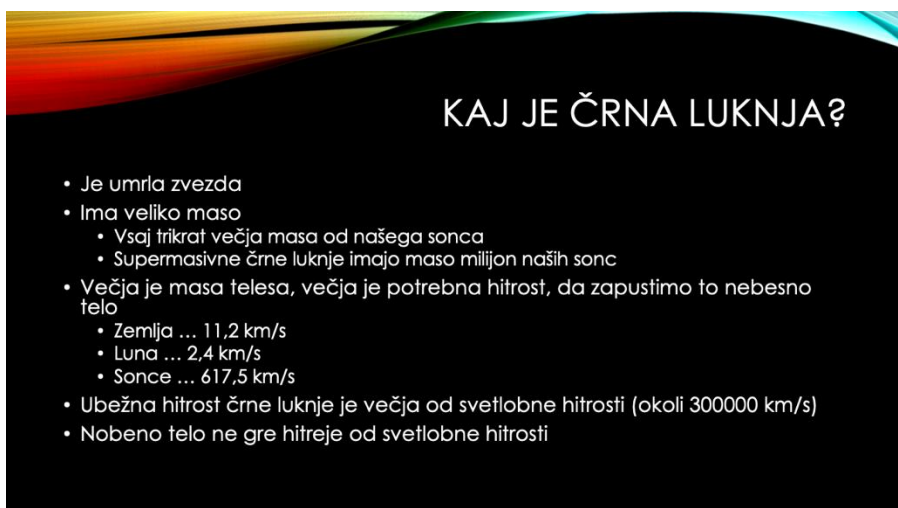
Pri raziskovalni nalogi sva se naučila, kaj je to črna luknja. V knjižnici sva dobila knjige, pogledala pa sva si tudi nekaj delov dokumentarca Kozmos. Dvakrat sva obiskala observatorij Golovec, kjer sva poslušala predavanje o supermasivni črni luknji in videla njihov teleskop. Predavanje je bilo težko za razumeti. Observatorij bova še obiskovala. Med raziskovanjem sva spoznala negativna števila, kote, koordinatni sistem, kvadrat števila, koren števila, Pitagorov izrek, osnove trigonometričnih funkcij, različne sile na daljavo, atome, nastanek zvezd in osnove programiranja v Qt. Naučila sva se tudi uporabljati Word in PowerPoint. Na najino simulacijo sva ponosna. Želiva si, da bi naslednjič naredila 3D simulacijo v Unity 3D. Za naju je astronomija zelo zanimiva znanost polna skrivnosti.

5 VIRI

- Couper, H. in Henbest, N. (1997). Črne luknje. Tržič: Učila d.o.o.
- Dyer, A. (2011). Zvezda, od rojstva do črne luknje. Tržič: Učila d.o.o.
- Oddaja Kozmos: Odisejada v času in prostoru (2014). National Geographic.
- Wikipedia

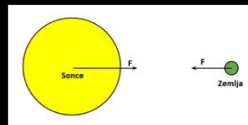
6 PRILOGE

6.1 Prosojnice iz predstavitve 4.c razredu



SILE

- Vsa telesa v vesolju se gibljejo
- Za gibanje so potrebne sile
 - Sila pospešuje ali ustavlja
- Obstajajo tudi sile, ki delujejo na daljavo
 - Gravitacija
 - Elektromagnetna sila
 - Močna jedrska sila
 - Šibka jedrska sila



ATOMI

- Vsa telesa so sestavljena iz majhnih delcev – atomov
- Atom sestavljajo še manjši delci
 - Protoni in nevtroni v središču
 - Elektroni, ki krožijo okoli središča
- Poznamo 118 različnih atomov
- Več je protonov, nevtronov in elektronov, večjo maso ima atom
- Pri zelo veliki masi atom razpade



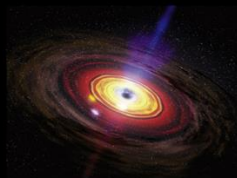
ZVEZDA

- Ob nastanku vesolja je bil vodik prvi znani atom
- Obstajali so ogromni oblaki vodika
- Zaradi gravitacije se začne oblak krčiti, gostota in temperatura oblaka pa začne naraščati
- Ko temperatura doseže 10 milijonov °C, zvezda zažari in začne oddajati sevanje
- V zvezdi se atomi vodika začnejo zlivati v atome helija
- Ko vodika zmanjka, se začne helij zlivati v litij in tako naprej v težje atome
- Pri železu pa zvezda eksplodira in nastane supernova
- Iz ostanka supernove nastane nevtronska zvezda



ČRNA LUKNJA

- Če je masa zvezde vsaj trikrat večja od mase našega sonca
 - Ostanek supernove se začne sesedati
 - Namesto nevtronske zvezde nastane črna luknja
- Črna luknja začne požirati vsa nebesna telesa v bližini
 - Masa črne luknje se povečuje
 - Črna luknja postaja močnejša
 - Vedno močnejše deluje na bližnja nebesna telesa

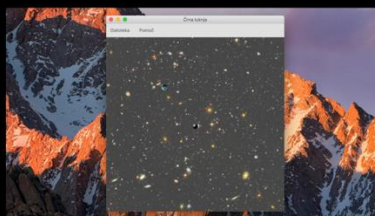
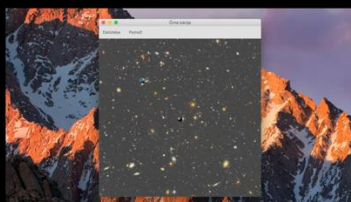


ZANIMIVOSTI

- Med padanjem v črno luknjo se naše telo razteguje
- Nekateri mislijo, da črne luknje usvarjajo prehode v druga vesolja
- Najbolj drzni menijo, da bi lahko potovali skozi čas
- Črne luknje nastopajo v ZF filmih



SIMULACIJA



6.2 Podatki o našem sončnem sistemu

Hitrost Zemlje: 30 km/s oziroma 2,6 točke/s

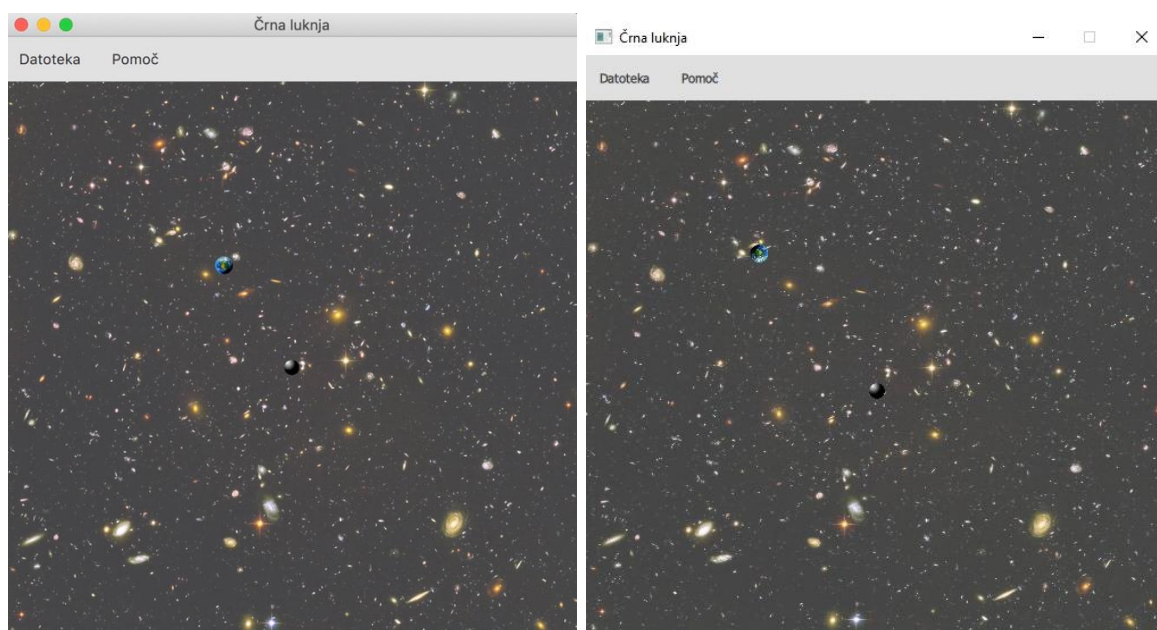
Razdalje med Zemljo in Soncem: 150000000 km oziroma 150 točk

Masa Zemlje: 60000000000000000000000000 kg

Masa Sonca: 200000000000000000000000000000 kg

Masa črne luknje smo določili kot maso tisočih sonc :
200000000000000000000000000000000 kg

6.3 Sliki simulacije



6.4 Koda programa

6.4.1 Glavni del v QML

```
import QtQuick 2.12
import QtQuick.Controls 2.5
import QtQuick.Layouts 1.3
import QtQuick.Particles 2.12
import "help.js" as Help

// Okno programa velikosti 1024x1024
ApplicationWindow
{
    id: window
    visible: true

    width: 1024
    height: 1024

    // Onemogočimo spreminjanje velikosti
    minimumWidth: 1024
    minimumHeight: 1024
    maximumHeight: 1024
    maximumWidth: 1024

    // Naslov okna
    title: "Črna luknja"

    // Meni okna
    menuBar:
        MenuBar
        {
            Menu
            {
                title: "Datoteka"

                // Izhod iz programa
                MenuItem
                {
                    text: "Izhod"
                    onTriggered:
                    {
                        // Zapri okno
                        window.close();
                    }
                }
            }
            Menu
            {
                title: "Pomoč"

                // Prikaz vizitke
                MenuItem
                {
                    text: "Vizitka"
                    onTriggered:
```

```

        {
            // Prikaži vizitko
            dlg.open();
        }
    }
}

// Ozadje
Rectangle
{
    // Je raztegnjen do konca
    anchors.fill: parent

    // Slika vesolja raztegnjena kot ozadje
    Image
    {
        source: "Space.jpg"
        opacity: 0.65
        anchors.fill: parent
    }

    // Slika črne luknje v sredini
    Image
    {
        source: "black_hole.png"
        width: 16
        height: 16
        x: 496
        y: 496
    }

    // Sistem prikazovanja delcev - v našem primeru planeta Zemlje
    ParticleSystem
    {
        id: sys
        // anchors.fill: parent
        enabled: true
    }

    // Zemlja kot delec
    ImageParticle
    {
        id: earth
        system: sys
        source: "earth.png"

        // Se takoj prikaže
        entryEffect: ImageParticle.None

        // Se zavrti 360 stopinj na dan - 1 sekunda v simulaciji
        rotationVelocity: 360

        // Velikost Zemlje
        width: 32
        height: 32
    }

    // Oddajnik, ki kreira Zemljo in jo požene v gibanje
    Emitter
    {

```

```

    id: em
    system: sys
    enabled: true

    // Življenska doba Zemlje je neskončna
    lifeSpan: 600000

    // Oddaja en delec na sekundo
    emitRate: 1

    // Samo 1 delec je lahko na ekranu
    maximumEmitted: 1

    x: 512
    y: 362
    width: 0
    height: 0

    // Začetna hitrost Zemlje
    velocity:
        PointDirection
        {
            x: 2.6
            y: 0
        }
}

// Gravitacija, ki deluje stalno na Zemljo
Gravity
{
    id: g
    system: sys
    magnitude: 3
    angle: 90

    // Na vsako spremembo se kliče tale kos kode
    onAffected:
    {
        // Če je Zemlja že v črni luknji, potem končaj
        if (x > 504 && x < 520 && y > 504 && y < 520)
        {
            sys.stop();
            em.enabled = false;
            earth.enabled = false;
        }

        var angle = Help.getAngle(x, y)
        g.angle = angle;
        g.magnitude = Help.getMagnitude(x, y);
    }
}

// Vizitka
Dialog
{
    id: dlg
    title: "Vizitka"

    x: 256
    y: 256

```

```

width: 512
height: 512

ColumnLayout
{
    anchors.fill: parent

    Label
    {
        Layout.fillWidth: true
        text: "ČRNA LUKNJA"
        font.weight: Font.Black
        font.pixelSize: 20
        horizontalAlignment: "AlignHCenter"
    }

    Label
    {
        Layout.fillWidth: true
        text: "Napisala Svit Verhovšek in Svit Selan"
        horizontalAlignment: "AlignHCenter"
    }

    Label
    {
        Layout.fillWidth: true
        text: "Mentorica: Vesna Jeromen"
        horizontalAlignment: "AlignHCenter"
    }

    Label
    {
        Layout.fillWidth: true
        text: "OŠ Brinje Grosuplje"
        font.italic: true
        horizontalAlignment: "AlignHCenter"
    }

    // Gumb za zapiranje vizitkr
    Button
    {
        Layout.fillWidth: true
        text: "Zapri"

        // Na klik pokliči tale kos kode
        onClicked:
        {
            // Zapri vizitko
            dlg.close();
        }
    }
}
}
}

```

6.4.2 Knjižnica v JavaScriptu

```
// Knjižnica za pomoč pri izračunavanju moči in kota pospeška
// Razvil oče od Svita V.

// Funkcija vrača kot glede na koordinate Zemlje in središče črne luknje
(255, 255)
// x ... Zemljina pozicija X
// y ... Zemljina pozicija Y
// Vrača kot v stopinjah
function getAngle(x, y)
{
    var deltaX = 511.0 - x;
    var deltaY = 511.0 - y;

    if (deltaX == 0)
    {
        if (deltaY > 0)
        {
            return 90;
        }
        else
        {
            return 270;
        }
    }

    if (deltaY == 0)
    {
        if (deltaX > 0)
        {
            return 0;
        }
        else
        {
            return 180;
        }
    }

    var radAngle = Math.atan(deltaY / deltaX);
    var angle = radAngle * 180.0 / Math.PI;

    if (deltaX > 0)
    {
        return angle;
    }

    angle = 180 + angle;

    return angle;
}

// Funkcija vrača moč pospeška glede na koordinate Zemlje in središče
črne luknje (255, 255)
// x ... Zemljina pozicija X
// y ... Zemljina pozicija Y
// Vrača moč
function getMagnitude(x, y)
```

```
{  
  var deltaX = 511.0 - x;  
  var deltaY = 511.0 - y;  
  
  var dist2 = deltaX * deltaX + deltaY * deltaY;  
  
  var magnitude = 100 / Math.sqrt(dist2);  
  
  return magnitude;  
}
```