



Mustat aukot ja supernovat – VEGA-opetusskenaario

Aihe: Mustiin aukkoihin ja supernoviin ja niiden vaikutuksiin lähellä oleviin taivaankappaleisiin ja niiden elinkaariin tutustuminen.

Aihe(t): Fysiikka / Tähtitiede / Englanti

Ikä / Vuosiluokka: 11+ / luokka 5+

Lyhyt kuvaus VR-pelistä tässä skenaariossa:

[Universe Sandbox](#) on avaruussimulaattori, joka yhdistää reaaliaikaisen painovoiman, ilmaston, törmäykset ja materiaalien vuorovaikutuksen paljastaakseen universumimme kauneuden ja planeettamme haurauden. Sisältää VR-tuen HTC Vive:lle, Oculus Rift+Touch:ille ja Windows Mixed Reality:lle.

Johdatus skenaarioon

Tässä skenaariossa opiskelijat oppivat lisää kahdesta avaruuden ilmiöstä: mustista aukoista ja supernovista. Opiskelijat pääsevät kokeilemaan molempien objektien lisäämistä galakseihin ja niiden vuorovaikutusta ympäristönsä kanssa. Tulevaisuudessa saattaa olla mahdollista, että mustat aukot (ja ehkä jopa supernovat) voivat olla valtavia käyttökelpoisen energian lähteitä, ja mustia aukkoja käytetään nykyään universumin taivaankappaleiden sijaintien kartoittamiseen, koska niiden avulla voidaan löytää minkä tahansa kappaleen massa, jonka ympärillä toinen kohde kiertää.

Oppimistulokset:

Opiskelija osaa:

- oppia tarkalleen mitä mustat aukot ja supernovat ovat
- sekä mustien aukkojen että supernovien potentiaalisia käyttökohteita
- nähdä mustien aukkojen ja supernovien vaikutuksen muihin taivaankappaleisiin
- kokeilla mustia aukkoja ja supernovia käytännössä *Universe Sandbox:issa*

Opiskelun tavoitteita suomalaisesta opetussuunnitelmasta

- M1 herättää ja ylläpitää opiskelijan kiinnostusta ympäristöön ja ympäristötieteen opetukseen sekä auttaa opiskelijaa ymmärtämään, että kaikki ympäristötieteen aihealueet ovat hänelle tärkeitä
- M2 ohjaa ja kannustaa opiskelijaa asettamaan tavoitteita opinnoissaan ja pitkäjänteiseen työskentelyyn niiden saavuttamiseksi ja ympäristötieteen tietämyksensä analysoimiseksi
- M3 tukee opiskelijaa ympäristötietoisuuden kehittämisessä sekä toiminta- ja vaikuttamistyössä lähiympäristössään ja eri yhteyksissä kestävä kehityksen edistämiseksi ja sen tärkeyden ymmärtämiseksi. kestävä kehitys itselleen ja maailmalle
- M4 kannustaa opiskelijaa muotoilemaan kysymyksiä eri oppiaineista ja käyttää niitä lähtökohtana tutkimuksille ja muulle toiminnalle
- M5 auttaa opiskelijaa suunnittelemaan ja tekemään pieniä tutkimuksia, tekemään havaintoja ja mittauksia erilaisissa oppimisympäristöissä eri aistien ja tutkimuksen avulla sekä harjoittaa mittaus työkalujen käyttöä
- M6 auttavat opiskelijaa näkemään syyn ja seurauksen välisen yhteyden, tekemään tulosten perusteella johtopäätöksiä ja tutkimuskeskuksia kohti eri tavoin
- M13 ohjaamaan opiskelijaa ymmärtämään, käyttämään ja luomaan erilaisia malleja, joiden avulla voidaan tulkita ja selittää ihmistä, ympäristöä ja siihen liittyviä ilmiöitä
- M15 ohjaa opiskelijaa tutkimaan luontoa, tunnistamaan organismeja ja elinympäristöjä, ajattelemaan ekologisesti ja auttamaan opiskelijaa ymmärtämään ihmisen rakennetta, elintoimintoja ja kehitystä

[Formatiivinen arviointi](#)

Opiskelijamäärä: kesto (arvioitu aika/lukumäärä oppitunteja):

- 20 opiskelijaa (4 oppilasta/ryhmä)
- 2 oppituntia á 45 min

Edellytykset (tarvittavat materiaalit ja verkkoresurssit):

- Internet-yhteydellä varustetut tietokoneet ja Universe Sandbox ladattu STEAM-tilille
- VR-lasit pelitietokoneeseen asennettuna sovelluksella (Valve Index, Oculus Rift tai jokin muu STEAM-yhteyteen liitetty VR-lasisetti) (**valinnainen, mutta erittäin suositeltavaa**)
- Tarkista, että internet toimii
- Opiskelijoille lisämateriaalia aiheesta (videoita, kuvia, opetustyökaluja jne.)

Ennen ohjelman alkua (valmistautumistyö opettajalle):

- Etsi ja kerää tietoa ja materiaalia aiheesta
- Tutustu kunnolla Universe Sandbox -sovellukseen ja demoversioon tietokoneella
- Valmistele ja kerää kaikki skenaarioon tarvittavat asiat
- Opi kuinka perustoiminnot toimivat ja kuinka käytät VR-ohjaimia (tee ohjaimille käsikirja, jos oppilaat eivät ole käyttäneet niitä aiemmin)
- Luo Google-luokkahuoneessa tehtävä, jossa on projektin kuvaus ja tavoitteet (sama tehtävä kahdelle oppitunnille)

Kaikki oppilaiden tarvitsemat materiaalit sisältyvät tehtävään.

- Jaa oppilaat enintään neljän hengen ryhmiin

Skenaarion pääosa (tuntien määrä):

Osa 1: Mustat aukot (yksi oppitunti 1 x 45 min)

- Opettaja jakaa oppilaat pieniin ryhmiin (enintään 4 per ryhmä). Jokainen ryhmä tarvitsee pääsyn omalle tietokoneelleen Universe Sandbox:in kanssa.
 - Tällä oppitunnilla oppilaat oppivat ja tutkivat **mustien aukkojen käsitettä**.
1. Jaa oppilaat pieniin ryhmiin, joilla jokaisella on oma tietokone Universe Sandboxilla.
 2. Käy opiskelijoiden kanssa läpi alla oleva teoria ([lähde](#)) ja/tai omat muistiinpanosi aiheesta.
- Musta aukko on paikka avaruudessa, jossa **painovoima vetää niin paljon, että edes valo ei pääse ulos**. Painovoima on niin vahva, koska aine on puristettu pieneen tilaan. Tämä voi tapahtua, kun tähti on kuolemassa.
 - Mustat aukot ovat **näkymättömiä, koska valo ei pääse pakoon niistä**.
 - Mustat aukot voivat olla suuria tai pieniä. Tiedemiehet ajattelevat, **että pienimmät mustat aukot ovat yhtä pieniä kuin yksi atomi**. Nämä mustat aukot ovat hyvin pieniä, mutta niillä **on suuren vuoren massa**.
 - Suurimpia mustia aukkoja kutsutaan "**supermassiiviseksi**". Näiden mustien aukkojen massat ovat yli miljoona Aurinkoa yhdessä. Tutkijat ovat löytäneet todisteita siitä, että **jokaisen suuren galaksin keskellä on supermassiivinen musta aukko**. Linnunradan galaksin (meidän galaksimme) keskustassa oleva supermassiivinen musta aukko on nimeltään **Jousimies A (Sagittarius A)**.
 - Tutkijat uskovat, että supermassiiviset mustat aukot **syntyivät samaan aikaan kuin galaksi, jossa ne ovat**.

- Voisiko musta aukko tuhota maapallon? Ei. **Mustat aukot eivät kulje avaruudessa syömässä tähtiä, kuita ja planeettoja.** Maa ei putoa mustaan aukkoon, koska mikään musta aukko ei ole tarpeeksi lähellä Aurinkokuntaa, jotta maa voisi "tulla syödyksi".
- Vaikka Auringon massainen musta aukko ottaisi Auringon tilalle, **Maa ei silti putoaisi sisään.** Mustalla aukolla olisi sama painovoima kuin Auringolla. Maa ja muut planeetat kiertäisivät mustaa aukkoa, aivan kuten ne kiertävät Aurinkoa nyt.

3. VR-tehtävä: **Korvaa Aurinko (Aurinkokuntamme) mustalla aukolla, jonka massa on sama kuin Aurinko.** Mitä tapahtuu? Anna oppilaille aikaa tarkkailla galaksiamme tämän jälkeen.

Odotetut vastaukset

- Planeettojen liikeradat eivät muutu lainkaan. Koska mustalla aukolla on sama massa kuin sen korvaavalla Auringolla, kaikki liike on suurin piirtein samanlaista.
- Ilman Auringon lämpöä **maapallon lämpötila alkaa laskea.**
- Myös muut kappaleet alkavat jäähtyä, mutta vaihtelevalla nopeudella. **Venuksen jäähtyminen kestää kauan sen voimakkaan kasvihuoneilmiön takia.**

4. VR-tehtävä: Tutustu mustaa aukkoon.

- Pyydä oppilaita avaamaan **Black Hole & Sun** -simulaatio.
- Zoomaa mustaan aukkoon. Miltä se näyttää? (VINKKI: Keskeytä simulointi, valitse Aurinko ja valitse sitten musta aukko Auringon "kiertoradat" -osiosta). V: ei muuta kuin mustaa ja myös aura, joka vääristää valoa sen ympärillä.
- Mistä musta aukko koostuu? V: Vedystä

- Mitä lopulta tapahtuu Auringolle, jos annat simulaation kestää tarpeeksi kauan? Tämä kestää yleensä 10-15 päivää.
V: Aurinko on täysin tuhoutunut.

5. VR-tehtävä: **Tuhoa musta aukko.**

- Avaa mikä tahansa simulaatio, joka sisältää mustan aukon, tai lisää musta aukko olemassa olevaan simulaatioon.
- Laukaise valtavia esineitä mustaan aukkoon. Mitä tämä tekee? V: Mustan aukon tiheys lisääntyy.
- Yritä muuttaa mustan aukon materiaali tiheyksiä. Mitä se tekee? V: Ei yhtään mitään.
- [Saattaa olla mahdollista tuhota musta aukko](#), mutta sitä ei ole koskaan yritetty (ja sellaisen tuhoamisen vaikutuksia ei tunneta).

6. (Bonus) Video (englanniksi):

- [Black Holes 101 | National Geographic](#) (3 min)
- [Veritasium: First Image of a Black Hole!](#) (6 min)

7. (Bonus) Teoria: voisiko mustilla aukoilla olla käyttöpotentiaalia (englanniksi)?

- [BBC Future: Could we harness power from black holes?](#)
- [National Science Foundation: Could we harness energy from black holes?](#)
- [Astronomy.com: Could we steal energy from leaking black holes?](#)

1. (Bonus): [Astronomy.com: The Beginning to the End of the Universe: How black holes die](#) (englanniksi)

Osa 2: Supernovat (yksi oppitunti 1 x 45min)

- Opettaja jakaa oppilaat pieniin ryhmiin (enintään 4 per ryhmä). Jokainen ryhmä tarvitsee pääsyn omalle tietokoneelleen Universe Sandboxin kera.
 - Tällä oppitunnilla oppilaat oppivat ja tutkivat **supernovien käsitettä**.
1. Käy opiskelijoiden kanssa läpi alla oleva teoria ([lähde](#)) ja/tai omat muistiinpanosi aiheesta.
- **Supernova on tähden räjähdys**. Se on suurin avaruudessa tapahtuva räjähdys.
 - **Supernovia nähdään usein muissa galakseissa**. Supernovat ovat vaikea nähdä omassa Linnunradassamme, koska pöly estää näkemisen. Vuonna 1604 Johannes Kepler löysi viimeisen havaitun supernovan Linnunradalta.
 - **Supernova tapahtuu**, kun tähden ytimessä tai keskustassa tapahtuu muutos. Tämä muutos voi tapahtua kahdella eri tavalla, jolloin molemmat johtavat supernovaan.
 - Ensimmäinen supernovatyyppe esiintyy **binääritähtijärjestelmissä**. Binääritähdet ovat kaksi samaa pistettä kiertävää tähteä. Yksi tähdistä, hiili-happi valkoinen kääpiö, varastaa ainetta seuratahtestään. Lopulta valkoinen kääpiö kerää liikaa ainetta. Jos ainetta on liikaa, tähti räjähtää, mikä johtaa supernovaan.
 - Toinen supernovatyyppe esiintyy **yhden tähden eliniän lopussa**. Kun tähden ydinpolttoaine loppuu, osa sen massasta virtaa sen ytimeen. Lopulta ydin on niin painava, ettei se kestä omaa painovoimaansa. Ydin romahtaa, mikä johtaa supernovan jättimäiseen räjähdykseen.
 - Tiedemiehet ovat myös päättäneet, että **supernovilla on keskeinen rooli elementtien levittämisessä kaikkialla universumissa**. Kun tähti räjähtää, se ampuu elementtejä ja roskia avaruuteen.
 - **NASAn tutkijat etsivät ja tutkivat supernovia erityyppisillä kaukoputkilla**. Joitakin kaukoputkia käytetään tarkkailemaan räjähdysten näkyvää valoa. Toiset tallentavat tietoja röntgen- ja gammasäteistä, joita myös tuotetaan.

2. VR-tehtävä: **Supernova Closeup in Real Time.**

- Avaa simulaatio Supernova Closeup in Real Time.
- Tarkkaile simulaatiota. Opiskelijat voivat nopeuttaa simulaatiota.
- Mitä tapahtuu? V: Supernova laajenee jatkuvasti.

3. VR-tehtävä: **Supernova the Sun in Solar System.**

- Avaa simulaatio Supernova the Sun in Solar System.
- Tarkkaile simulaatiota. Kysy opiskelijoilta: mitä planeetoille tapahtuu? V: Merkurius, Venus ja Maa tuhoutuvat täysin, samoin kuin useimmat kuut, ja kaikki muut planeetat ovat voimakkaasti vaurioituneet supernovan vaikutuksesta.
- Avaa hidastettu versio Supernova the Sunista in Solar System ja tarkkaile Aurinkokunnan räjähdystä ja tuhoutumista.

4. VR-tehtävä: **Type Ia Supernova.**

- Avaa simulaatio Type Ia Supernova.
- Tarkkaile simulaatiota.

5. Luokkahuonekeskustelu:

- Voisiko Aurinkomme koskaan muuttua supernovaksi? V: Ei. Sillä ei ole tarpeeksi massaa.
- Miksi supernovat ovat tärkeitä? V: Heillä on keskeinen rooli materiaalien jakamisessa ympäri maailman.
- Mitä muuta opit supernovista?

6. (Bonus) Lisävideo (englanniksi):

- [NASA Video: Zoom to Fading Supernova in NGC 2525](#) (1 min)
- [NASA | Fermi Proves Supernova Remnants Produce Cosmic Rays](#) (4 min)

7. Loppukeskustelu - kysymyksiä jokaiselle opiskelijalle erikseen

- Miksi Venus on niin uskomattoman kuuma? V: Sillä on voimakas kasvihuoneilmiö sen ilmakehän ansiosta.

- Mikä supernova oikein on? V: Tähtien räjähdys.
- Mitä tapahtuu, jos korvaat Aurinkomme mustalla aukolla, jolla on sama massa? V: Ei mitään, paitsi Auringon lämpö häviää.

Summatiivinen arviointi:

Arvosanat 5-10	5	6	7	8	9	10
Aktiivisuus ja sitoutuminen	Opiskelijalla on ollut haasteita saada tehtävä valmiiksi. Oppilas ei ole osoittanut sitoutumisen merkkejä koulussa eikä kotona.	Opiskelija on vain satunnaisesti osoittanut kiinnostusta työhön ja hänellä on ollut vaikeuksia löytää motivaatiota.	Opiskelija on osoittanut kiinnostusta työtä kohtaan enimmäkseen sekä kotona että koulussa.	Opiskelija on osoittanut kiinnostusta ja sitoutumista työhön niin kotona kuin koulussakin.	Opiskelija on osoittanut suurta kiinnostusta ja sitoutumista niin tunneilla kuin kotonakin.	Opiskelija on osoittanut suurta kiinnostusta, vastuuta ja sitoutumista niin tunneilla kuin kotonakin.
Kokonaiskuva työstä valmistuttuaan	Opiskelijalta puuttuu useita osia työstään ja useita kohtia ei ole merkitty luetteloon.	Opiskelijalta puuttuu työstään useita tarkistuslistan osia.	Opiskelijalta puuttuu tiettyjä osia tarkistuslistasta, mutta se on suurelta osin valmis.	Opiskelija on suorittanut kaikki tarkistuslistan osat.	Opiskelija on tehnyt kaikki tarkistuslistan osat ja näet, että opiskelija on pyrkinyt sisällyttämään kaikki osat.	Opiskelija on tehnyt jokaisen tarkistuslistan osan ja näkyy, että opiskelija on käsitellyt sisällön.

<p>Mielikartta: tekstin rakenne, oikeinkirjoitus ja tekstin asettelu.</p>	<p>Mielikartalta puuttuu tärkeitä osia ja otsikot. Opiskelija käyttää rajallista määrää sanoja ja variaatio on heikko. Opiskelija tarvitsee paljon tukea tehtävän suorittamiseen tarvittavien digitaalisten taitojen kannalta. Tehtävä on täynnä kirjoitus- ja kielioppivirheitä.</p>	<p>Opiskelijalla on haasteita ajatuskartan sisällön kanssa ja häneltä puuttuu otsikot. Opiskelija käyttää rajoitettua määrää sanoja ja vaihtelu ei ole suuri. Opiskelija tarvitsee tukea tehtävän suorittamiseen tarvittavien digitaalisten taitojen kannalta. Tehtävä on täynnä kirjoitus- ja kielioppivirheitä.</p>	<p>Opiskelijan mielikartta sisältää perusasiat, mutta siitä puuttuu joitain tärkeitä faktoja. Useimmissa paikoissa opiskelijalla on otsikko, jossa tehtävä niin vaatii. Opiskelijalla on tiettyjä puutteita tehtävän edellyttämässä digitaalisissa taidoissa. Opiskelijalla on useita laiminlyöntejä ja korjaamattomia kirjoitusvirheitä.</p>	<p>Opiskelijan mielikartalla on mukana tärkeimmät asiat. Opiskelija käyttää otsikoita ja osaa pohtia sanavalintojaan. Opiskelijalla on koulutyön edellyttämät digitaaliset taidot, hän tuntee oikeinkirjoituksen perusstandardit ja kirjoitetun kielen rakenteet ja osaa käyttää niitä tekstin tuotannossa.</p>	<p>Mielikartan sisältö on valmis. Opiskelijalla on luova otsikko ja hän osaa pohtia sanavalintojaan monin tavoin. Opiskelijalla on tehtävän edellyttämät digitaaliset taidot. Opiskelija tuntee oikeinkirjoituksen perusnormit ja kirjoitetun kielen rakenteet ja osaa käyttää niitä monipuolisesti ajatuskartassaan.</p>	<p>Mielikartassa on kaikki pyydetty sisältö ja se on rakennettu siten, että opiskelija hallitsee asian. Teksti on koottu monipuolisesti. Opiskelija käyttää monipuolista kieltä ja muuntelee sanojaan. Opiskelija tuntee oikeinkirjoituksen perusnormit ja kirjoitetun kielen rakenteet ja osaa käyttää niitä monipuolisesti tekstintuotannossa.</p>
<p>Kuvat ja kuvatestit</p>	<p>Opiskelijalta puuttuu kuvia.</p>	<p>Oppilaalla on vähän kuvia eikä kuvatekstiä.</p>	<p>Oppilaalla on kuvia, mutta ei kuvatekstejä.</p>	<p>Opiskelijalla on kuvia ja niihin liittyvää tekstiä.</p>	<p>Opiskelijalla on useita kuvia ja kuvailevia kuvatekstejä.</p>	<p>Opiskelijalla on monipuolisia kuvia sekä kuvaavaa ja selittävää tekstiä.</p>

<p>Osoittaa vastuuta työn valmistumisesta. Yhteistyö ja vertais vastaaminen</p>	<p>Opiskelijalla oli vaikeuksia yhteistyön tekemisessä ryhmänsä kanssa, eikä hän kuunnellut luokkatovereitaan. Opiskelija ei vastannut vertais vastauksiin eikä ottanut huomioon sitä, mitä ryhmä vastasi.</p>	<p>Oppilaalla oli vaikeuksia tehdä yhteistyötä ryhmänsä kanssa ja kuunnella luokkatovereitaan. Opiskelija antoi vertaisilleen palautetta noudattamatta ohjeita. Opiskelija ei ottanut huomioon ryhmän antamaa vastausta.</p>	<p>Opiskelija teki pääosin hyvää yhteistyötä ryhmänsä kanssa. Opiskelija sai ja antoi ryhmästään palautetta lähes aina ohjeiden mukaan. Palaute oli enimmäkseen rakentavaa.</p>	<p>Opiskelija osoitti vastuullisuutta ja pääosin hyvää yhteistyökykyä. Opiskelija sai ja antoi palautetta ryhmästään. Palaute oli rakentavaa.</p>	<p>Opiskelija osoitti hyvää vastuullisuutta ja hyvää yhteistyökykyä. Opiskelija vastasi monipuolisesti ja otti huomioon ryhmältään saamansa vastaukset.</p>	<p>Opiskelija osoitti erinomaista vastuullisuutta ja erinomaista yhteistyökykyä. Opiskelija pyrki muotoutumaan tehtävään rakentavasti ja arvokkaasti auttaakseen ryhmään edelleen työssään. Opiskelija sai ryhmältään palautetta ja otti sen huomioon omassa työssään.</p>
<p>Taidot</p>	<p>Opiskelijalla on selviä puutteita aineen ymmärtämisessä.</p>	<p>Opiskelijalla on puutteita aineen ymmärtämisessä.</p>	<p>Opiskelija näyttää todisteita tietynlaisesta ymmärryksestä ja opitusta aiheesta.</p>	<p>Opiskelija osoittaa hyvää ymmärrystä ja on omaksunut aiheen tärkeimmän sisällön.</p>	<p>Opiskelija osoittaa erinomaista ymmärrystä ja on omaksunut aiheen tärkeimmän sisällön, mutta hänellä ei ole riittävästi tietoa.</p>	<p>Opiskelija osoittaa erinomaista ymmärrystä ja hallitsee sisällön täysin.</p>

Kieltenoppiminen/englanti	Opiskelijalla on suuria vaikeuksia oppia englannin sanoja.	Opiskelija kamppailee ja hänellä on haasteita englannin sanojen kanssa.	Opiskelija tuntee englannin kielen tärkeimmät käsitteet ja sanat.	Opiskelija osoittaa, että hän ymmärtää suurimman osan englanniksi.	Opiskelija ymmärtää hyvin ja on oppinut suurimman osan käsitteistä ja osaa kaikki englannin sanat.	Opiskelija hallitsee kaikki käsitteet ja sanat englanniksi.
VR-osa ja sovelluksen käyttö	Opiskelijalla on ilmeisiä vaikeuksia ymmärtää Universe Sandbox-sovelluksen toimintaa. Osoittaa kiinnostuksen puutetta ja on huolimatonta tarvittavien laitteiden käytössä.	Opiskelijalla on vaikeuksia ymmärtää, miten Universe Sandbox-sovellus toimii. Yritetään tehdä ohjeiden mukaan, mutta ei jaksakaan koko ajan pitää mielenkiintoa yllä. Opiskelija on joskus huolimatonta tarvittavien laitteiden käytössä.	Opiskelija ymmärtää Universe Sandbox-sovelluksen pääpiirteet. Enimmäkseen noudattaa ohjeita, mutta välillä puuttuu sinnikkyys. On yleensä varovainen laitteiden kanssa.	Opiskelija osoittaa hyvää ymmärrystä Universe Sandbox-sovelluksen toiminnasta. Opiskelija noudattaa aina opettajan ohjeita ja on varovainen laitteiden kanssa.	Opiskelija osoittaa erinomaisen ymmärryksen Universe Sandbox-sovelluksen toiminnasta. Noudattaa aina opettajan ohjeita ja on erittäin varovainen laitteiden kanssa.	Opiskelija hallitsee Universe Sandbox-sovelluksen käytön. Noudattaa aina opettajan ohjeita ja auttaa luokkatovereita. On aina varovainen tekniikan kanssa.