



Fysiikka: Newtonin yleisen painovoiman laki
– VEGA-opetusskenaario

Aihe: Newtonin yleisen painovoiman laista oppiminen aurinkokuntamme planeettojen, Auringon ja Maan kuun, ominaisuuksia havainnoimalla.

Aihe(t): Fysiikka, tähtitiede

Ikä/luokka: 16-17 vuotta (lukion 2. luokka)

Lyhyt kuvaus VR-pelistä:

1) [Star Chart VR](#)

Star Chart VR on virtuaalitodellisuuskokemus, jonka avulla voit tutkia aurinkokuntaa ja yötaivasta reaaliaikaisessa simulaatiossa.

Star Chart sisältää tällä hetkellä:

- Tarkan reaaliaikaisen simulaation näkyvistä tähdistä ja planeetoista sellaisina kuin näet ne maasta
- 3D-aurinkojärjestelmän tutkittavaksi, mukaan lukien Aurinko, planeetat, suuret kuut ja paljon muuta
- Sky View -tilan, joka luo uudelleen näkymäsi yötaivaalle omista GPS-koordinaateistasi
- Kaikki 88 tähtikuviota 1600-luvun tähtitieteilijän Johannes Heveliuksen kauniin taiteen pohjalta
- IAU Nimetty kiviplaneetan pinnan yksityiskohdat.



(Kuvat haettu osoitteesta https://store.steampowered.com/app/460580/Star_Chart/)

Johdatus skenaarioon:

Tässä skenaariossa opiskelijat oppivat teorian Newtonin yleisen painovoiman laista tekemällä empiirisiä havaintoja planeettojen ominaisuuksista. aurinkokuntamme tähtikartan avulla.

Osaamistavoitteet:

Opiskelija osaa:

- muotoilla ja soveltaa Newtonin universaalia gravitaatiolakia sekä selittää lain merkitystä taivaankappaleiden liikkumiselle aurinkokunnassamme;
- abstrahoida yleisen painovoiman laista painovoiman kiihtyvyyden suhde ja selittää, miksi kaikki kappaleet putoavat vapaasti samalla kiihtyvyydellä niiden massasta riippumatta;
- tehdä havaintoja ja tehdä johtopäätöksiä muiden kanssa.

Valikoima oppimistuloksia Kyproksen opetussuunnitelmasta:

- Opiskelijoiden tuntemus fysiikan laeista ja heidän kannustamisensa etsimään syyn ja seurauksen välistä suhdetta, ymmärtämään oikeiden laskelmien tekemisen tärkeyden ja perusteltujen lausuntojen ilmaisemisen arvon;
- Sellaisten taitojen ja pätevyyden kehittäminen, jotka ovat olennaisia tutkittavien kysymysten muotoilussa, joihin tiede voi vastata;
- Taitojen ja osaamisen kasvattaminen mallien kehittämiseksi ja käyttämiseksi;
- Tutkimuksen suunnittelu ja suorittaminen tällaisiin kysymyksiin vastaamiseksi;
- Tutkimusaineistoon perustuvien johtopäätösten tekeminen ja muiden johtopäätösten arviointi;
- Käsitteiden ja ilmiöiden tutkiminen ja tutkiminen.

Formatiivinen arviointi

Opiskelijamäärä: 15-20 (3 opiskelijaa per ryhmä)

Kesto: 2 oppituntia, kukin 40-45 min.

Esitiedot:

1. VR-lasit VR-sovelluksella "Star Chart".
2. Tarkista, että Internet toimii.
3. Kerää tietoa opiskelijoiden johdottamiseksi aiheeseen ja oheiset materiaalit (videot, kuvat jne.):
 - Newtonin yleisen painovoiman laki
 - aurinkokuntamme
 - tiedot aurinkokuntamme planeetoista ja Maan kuusta (nimi, kunkin planeetan massa, etäisyys) kunkin planeetan Auringosta, kunkin planeetan kiertoradan aikajakso Auringon ympäri, Maan säde, kuun massa, Kuun etäisyys Maasta ja kiertoradan aika Maan ympäri).
4. Harjoituslomake Newtonin yleisen painovoiman laista.

Ennen ohjelman alkua (opettajan valmistelutyö):

- Varmista, että VR-lasit ja kaukosäätimet ovat täyteen ladattuja;
- Tutustu "Star Chart VR" -kokemukseen ja suorita pelin opetusohjelma Orrery-tilassa.
Katso traileri: <https://www.youtube.com/watch?v=hGr1TKoWSR0>
- Tulosta riittävä määrä kopioita Newtonin yleisen painovoiman lain harjoituslomakkeesta jaettavaksi opiskelijoille;
- Jaa opiskelijat työryhmiin (varusteineen; enintään 3).

Pääosa skenaariosta:

2 oppituntia 40-45 minuuttia:

Oppitunnit 1-2:

Valmistelut:

- Tuo VR-lasit ja tarkista, että ne ovat ladattu.
- Mikäli laitteita ei ole tarpeeksi kaikille ryhmille, opettaja voi jakaa VR-lasien näytön tietokoneelle ja projektoriin.
- Tutustu "Star Chart VR" -simulaattoriin ja suorita pelin opetusohjelma Orrery-tilassa.
Katso traileri: <https://www.youtube.com/watch?v=hGr1TKoWSR0>
- Luo Newtonin yleisen painovoiman lain harjoituslehti ja tulosta tarpeeksi kopioita kaikille opiskelijoille.
- Jaa opiskelijat työryhmiin (varusteineen; enintään 3).

Oppimisistunnot:

- Opettaja esittelee oppilaille pelin ja pyytää heitä aloittamaan sen pelaamisen Orrery-tilassa katsottuaan asianmukaisen opetusohjelman.
- Oppilaat "vierailevat" planeetoilla vuorotellen ja täyttävät harjoituslomakkeen pelin tiedoilla. Yksi henkilö pelaa simulaation ja kaksi muuta täyttävät arkin.

Opiskelijat etsivät (harjoitukset 1 ja 3):

1. Planeettojen liikkeet
 2. Tiedot planeetoista (nimi, kunkin planeetan massa, etäisyys Auringosta ja kunkin planeetan kiertoradan aika Auringon ympäri).
 3. Maan säde
 4. Maan kuun tiedot (Kuun massa, etäisyys Maasta ja kiertoradan aika Maan ympäri)
- Tämän jälkeen opettaja kysyy opiskelijoilta, mitä he havaitsevat kunkin planeetan kiertoradan aikajaksosta. Aurinko verrattuna kunkin planeetan etäisyyteen Auringosta (harjoitus 2).

Johtopäätös on, että **kiertoradan aikajakso on verrannollinen etäisyyteen Auringosta ($T \propto R$)**.

- Tämän jälkeen ja VR-kokemuksen aikana Maan kuussa tehtyjen havaintojen perusteella opiskelijat suorittavat harjoitukset 4 ja 5 ja tekevät johtopäätökset Kuun ja Maan kiihtyvyyden sekä Maan säteen ja Kuun etäisyyden välisestä suhteesta. .

Johtopäätös on, **että kahden kiihtyvyyden murto-osa on kääntäen verrannollinen säteen ja etäisyyden neliöön (**

$\frac{g(R_E)}{g(r_{EM})} \cong \left(\frac{R_E}{r_{EM}}\right)^2$ **), joten kuun kiihtyvyys on verrannollinen etäisyyteen Maasta miinus kahden potenssilla. (**

$$g(r_{EM}) \propto \frac{1}{r_{EM}^2}.$$

- Tämän jälkeen opettaja keskustelee oppilaiden kanssa toiseen kappaleeseen vaikuttavan voiman massariippuvuudesta (ks. kuva harjoituksen 5 jälkeen) ja tekee johtopäätöksen, että voiman on oltava riippuvainen molempien ruumiiden massoista. Tämän perusteella opiskelijat suorittavat harjoituksen 6 ja tuloksista keskustellaan luokassa.
- Näiden empiiristen havaintojen jälkeen kouluttaja esittää teorian **Newtonin yleisen painovoiman laista** (1678):
"Jokainen maailmankaikkeuden hiukkanen vetää puoleensa jokaista toista hiukkasta voimalla, joka on suoraan verrannollinen niiden massojen tuloon ja kääntäen verrannollinen niiden välisen etäisyyden neliöön."
- Oppitunti päättyy loppukeskustelun kysymyksiin:

Loppukeskustelu:

- Miten toimeksianto ja yhteistyö sujui?
- Ymmärtävätkö kaikki tehtävän ja tietävätkö mitä tehdä?
- Miltä sinusta tuntui, kun koit maailmankaikkeuden ja aurinkokunnan?
- Mitä tulee mieleen nyt, kun ajattelet universaalia gravitaatiota?
- Oliko kaikilla opiskelijoilla mahdollisuus kokea Tähtikartan kokemus ja osallistua toimintaan?
- Oliko VR-sovelluksessa helppo navigoida vai oliko sinulla ongelmia?
- Miten löydät oppimisen VR:n ja mukaansatempaavien kokemusten kautta?
- Onko jotain, mitä muuttaisit näiden istuntojen jälkeen?