



**MATERIAALIN  
TIHEYDEN YHTEYS  
UPPOAMISEEN JA  
KELLUMISEEN**

**OPETTAJAN OPAS**

*MUOKATTU JA TOTEUTETTU VERSIO*



# MATERIALS SCIENCE PROJECT

UNIVERSITY-SCHOOL  
PARTNERSHIPS FOR THE DESIGN  
AND IMPLEMENTATION OF  
RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED  
MODULES ON MATERIAL  
PROPERTIES

## SPECIFIC SUPPORT ACTIONS

FP6: SCIENCE AND SOCIETY: SCIENCE  
AND EDUCATION



**PROJECT COORDINATOR**  
CONSTANTINOS P. CONSTANTINOU,  
LEARNING IN SCIENCE GROUP,  
UNIVERSITY OF CYPRUS

## PROJECT PARTNERS



## ACKNOWLEDGMENT



RESEARCH FUNDING FOR THE MATERIALS SCIENCE PROJECT WAS PROVIDED BY THE EUROPEAN COMMUNITY UNDER THE SIXTH FRAMEWORK SCIENCE AND SOCIETY PROGRAMME (CONTRACT SAS6-CT-2006-042942).

THIS PUBLICATION REFLECTS ONLY THE VIEWS OF THE AUTHORS AND THE EUROPEAN COMMUNITY IS NOT LIABLE FOR ANY USE THAT MAY BE MADE OF THE INFORMATION CONTAINED HEREIN.

© DESIGN:  
n.eleana@cytanet.com.cy  
2010, NICOSIA - CYPRUS



# MATERIAALIN TIHEYDEN YHTEYS UPPOAMISEEN JA KELLUMISEEN

**Uudelleensuunnittelu ja  
toteutettu moduuli**

**Yliopiston henkilökunta**

Jan Jansson  
Jari Lavonen  
Veijo Meisalo

**Opettajat**

Jyri Jokinen

**Alkuperäinen suunnitelma ja  
toteutus**

**Yliopiston henkilökunta**

Petros Kariotoglou  
Anna Spyrtou  
Tassos Zoupidis

**Opettajat**

**Palaute ja arviointi**

Hans Niederer



# SISÄLLYSLUETTELO

<b>A: OPPILASAKTIVITEETTIENTEN KUVAUS</b>	<b>07</b>
<b>1. Suomen kokeilun rakenne</b>	<b>08</b>
Ensimmäinen oppitunti: Tutustuminen aiheeseen (45 min)	08
1. Tunnin tavoitteet	08
2. Tunnin kulku	08
Toinen oppitunti: Kelluuko vai uppoaako -kokeita (90 min)	09
1. Tunnin tavoitteet	09
2. Tunnin kulku	09
Kolmas oppitunti: Pistemalli tiheyden esittämisessä (90 min)	10
1. Tunnin tavoitteet	10
2. Tunnin kulku	10
<hr/>	
<b>B: ARVIOINTITEHTÄVÄT</b>	<b>13</b>
<b>1. Johdanto</b>	<b>14</b>
<b>2. Esi- ja jälkitestien tehtävien analysointi</b>	<b>15</b>
Tehtävä 1: Uppoaminen / kelluminen – selityksiä ilmiölle	15
Tehtävä 2: Vaihtoehtoisia käsityksiä uppoamisesta ja kellumisesta	16
Tehtävä 3: Vaihtoehtoisia käsityksiä uppoamisesta ja kellumisesta – paino ja koko	16
Tehtävä 4: Vaihtoehtoisia käsityksiä uppoamisesta ja kellumisesta – astian leveys	17
Tehtävät 5 ja 6: Muuttujan kontrollointi – strategia	18
<b>3. Työkorttien tehtävien analyysi</b>	<b>20</b>
Työkortti 1: Selityksiä uppoamiselle ja kellumiselle	20
Työkortti 2: Selityksiä uppoamiselle ja kellumiselle, Johtopäätösten vetämistä havainnoista	21
Työkortti 3: Johtopäätösten vetämistä havainnoista	23
Työkortti 4: Uppoamisen ja kellumisen eräällä tiheyden mallilla selittävä sääntö	24
<b>4. Esi- ja jälkitestit</b>	<b>25</b>
Esi- ja jälkitestien tehtävät	25





**A: OPPILASAKTIVITEETTIN  
KUVAUS**



# A: OPPILASAKTIVITEETTIEIEN KUVAUS

## 1. SUOMEN KOKEILUN RAKENNE

Moduulin tavoitteena on opettaa oppilaille tiheyden käsite uppoamisen ja kellumisen avulla. Tiheys ei yleensä kuulu alakoulun opetussuunnitelmaan koulussa, mutta se voidaan opettaa fysiikan ja kemian yhteydessä teeman ”Aineet ympärillämme” yhteydessä. Se sopii myös eheyttävien aihekokonaisuuksien Ihminen ja teknologia sekä Turvallisuus ja liikenne yhteyteen.

Taitotavoitteet moduulille ovat:

- työkortin ohjeiden seuraaminen
- hypoteesien esittäminen
- luonnontieteellisen kokeen suorittaminen
- ongelmanratkaisu opittujen tietojen perusteella
- tulosten esittäminen
- johtopäätösten tekeminen
- keskustelu oikeita käsitteitä käyttäen

## ENSIMMÄINEN OPPITUNTI: TUTUSTUMINEN AIHEESEEN (45 MIN)

### 1. TUNNIN TAVOITTEET

- Kiinnostuksen herättäminen aiheeseen
- Oppilaiden aiempien uppoamis-kellumis – kokemusten liittäminen aiheeseen
- Oppilaiden ennakkokäsitysten kartoittaminen (miksi jotkin asiat kelluvat ja toiset uppoavat)

### 2. TUNNIN KULKU

Opettaja aloittaa tunnin kertomalla oppilaille että: *Tulevassa opintojaksossa tutustumme kellumiseen ja uppoamiseen ja opimme uuden käsitteen: tiheys.*

Opettaja jatkaa kysymällä oppilailta: *Mitä te uskotte että kelluminen on? Missä tilanteissa olette havainneet kellumista?*

Lyhyen keskustelun jälkeen opettaja näyttää oppilaille pelastusliiviä ja kysyy oppilaiden kokemuksia sellaisen käytöstä: *Kuinka pelastusliivi toimii? Miksi ne kelluvat? Mitä muita hengenvälivälineitä laivoissa on?*

Opettaja johdattelee keskustelun veneisiin seuraavilla kysymyksillä:

- Kuka on joskus matkustanut laivalla?
- Mitä tärkeitä osia laivassa on?
- Mistä materiaaleista laivan eri osat on tehty?

Lyhyen keskustelun jälkeen opettaja kertoo oppilaille seuraavaa: *Pian näemme sarjan kuvia kreikkalaisen risteilyaluksen uppoamisesta Egeanmerellä huhtikuussa 2007. Muistaako kukaan sellaista tapahtumaa? Alus rakennettiin Suomessa ja se purjehti myös Itämerellä vanhalla nimellä Birka Princess.*

*Laiva ajoi karille huhtikuun viidentenä 2007 Egeanmerellä vain muutama minuutti sen jälkeen, kun se oli lähtenyt Santorinin satamasta. Laivalla kerrottiin olleen yli 1200 matkustajaa ja 390 henkilöstön jäsentä. Useimmat matkustajat olivat yhdysvaltalaisia ja saksalaisia. Lukuunottamatta kahta ranskalaista matkustajaa, kaikki aluksella olleet saatiin evakuoitua. Alus upposi Santorinin edustalla noin 140 metrin syvyyteen aikaisin aamulla kuudes huhtikuuta noin 15*

tuntia sen jälkeen, kun laiva oli osunut kiviin ja alkanut vuotaa.

Miehistön mukaan kari oli merkitty väärin merikarttaan. Kartan mukaan sen piti olla 57 metrin päässä rannasta, mutta uusien havaintojen mukaan se on itse asiassa 131 metrin päässä.

Opettaja esittää multimediaesityksen Sea Diamondin uppoamisesta.

Esityksen jälkeen keskustelua voidaan rohkaista alkuun kysymällä: *Mitä muita risteilyalusten uppoamisia muistatte?*

Tämän jälkeen opettaja näyttää kaksi videoklippia Estonia-aluksen onnettomuudesta, jotka ovat saatavilla internetissä YLE:n sivuilla. Ensimmäiset uutiset noin klo 6:30 onnettomuuden jälkeisenä aamuna ja raportti, jossa kerrotaan, että turman pääsyy oli keulavisiirin pettäminen.

Oppilaita rohkaistaan keskustelemaan tapahtumista ja lyhyen keskustelun jälkeen oppilaat ohjataan aloittamaan Työkortin 1 täyttämistä. Opettaja liikkuu luokassa. Oppilaiden vastaukset tarkistetaan yhdessä. Opettaja pyrkii ottamaan selville, minkä muuttujien oppilaat olettavat vaikuttavan kellumiseen/uppoamiseen.

## TOINEN OPPITUNTI: KELLUUKO VAI UPPOAAKO -KOKEITA (90 MIN)

### 1. TUNNIN TAVOITTEET

- Oppia, mitkä muuttujat vaikuttavat kellumiseen/uppoamiseen
- Oppia käyttämään tiheyden käsitettä selityksissä
- Oppia että nesteellä on vaikutusta kellumiseen/uppoamiseen

### 2. TUNNIN KULKU

Tunti alkaa edellisen tunnin kertauksella: *Miksi jotkin materiaalit kelluvat ja toiset eivät?*

Lyhyen keskustelun jälkeen oppilaat ohjataan tekemään Työkortti 2. Ennen työkortin tehtävien tekemistä opettaja ja oppilaat käyvät yhdessä läpi minkälaisien materiaalien kellumista tutkitaan: **Mistä korkkia saadaan? Mitä on polyuretaani?**

Oppilaat tekevät työkortin 2 kokeet pareittain tai pienissä ryhmissä. Materiaalit, joita kokeissa käytetään ovat: *puu (kaksi eri kokoista palaa), kumi, teräs, korkki ja polyuretaanivaahto. Myös muut materiaalit ovat mahdollisia, mutta vain tässä mainituista tehdyt havainnot kirjoitetaan ylös.*

Opettaja liikkuu luokassa ja auttaa oppilaita. Kun kokeet on tehty, oppilaiden vastaukset tarkistetaan yhdessä. Opettaja ohjaa keskustelua tiheyden käsitteen käytön suuntaan: *Vaikuttaako kellumiseen vain yksi ominaisuus kuten koko, materiaali ja paino vai useampi yhtä aikaa? Onko materiaalilla jokin ominaisuus, joka kertoo meille kelluuko materiaali vai ei?*

Opettaja kirjoittaa taululle:

- Jos esineen tiheys on suurempi kuin veden, se uppoaa.
- Jos esineen tiheys on pienempi kuin veden, se kelluu.

On mahdollista, että jo aiemmassa keskustelussa pintajännityksen aiheuttama ”kelluminen” on noussut esille. Opettaja auttaa oppilaita ymmärtämään, että ohuen metallilevyn kelluminen johtuu pintajännityksestä ja on siksi eri asia kuin kelluminen tiheyden materiaalin vuoksi.

---

Seuraavaksi opettaja ohjaa tunnin kohti seuraavaa aihetta: *Hetki sitten teitte kellumiskokeita vedessä, mutta mitä muita nesteitä tiedätte? Mitä nesteitä löytyy kotoa?*

Opettaja kirjoittaa listan taululle ja kysyy: *Mitä luulette, vaikuttaako neste kellumiseen?*

Lyhyen keskustelun jälkeen opettaja näyttää, miten peruna uppoaa veteen, mutta kelluu suolavedessä.

Opettaja pyytää oppilaita siirtymään tietokoneille ja menemään huoneeseen ”Tutkitaan nesteen vaikutusta” simulaatio-ohjelmassa. Opettaja kertoo, mitä elohopea on ja kysyy myös oppilailta heidän tietojaan tai kokemuksiaan elohopeasta.

Oppilaat alkavat työskentelemään työkortin 3 tehtävän 2 kanssa tietokonesimulaatiota käyttäen. Opettaja liikkuu luokassa ja auttaa oppilaita tarpeen mukaan. Kun oppilaat ovat edenneet sopivasti, vastaukset tarkistetaan yhdessä. Opettaja kysyy: *Minkä vuoksi rautakuutio uppoaa veteen ja öljyyn, mutta kelluu elohopeassa?*

Opettaja kirjoittaa taululle:

- Raudalla on suurempi tiheys kuin öljyllä ja siksi rautakuutio uppoaa öljyyn.
- Raudalla on pienempi tiheys kuin elohopealla ja siksi rautakuutio kelluu elohopeassa.

## **KOLMAS OPPITUNTI: PISTEMALLI TIHEYDEN ESITTÄMISESSÄ (90 MIN)**

### **1. TUNNIN TAVOITTEET**

- Oppia että samankokoisia esineitä punnitsemalla voi vertailla niiden tiheyksiä
- Oppia kuinka käyttää pistemallia tiheyden esittämisessä
- Oppia että materiaalia muotoilemalla sen voi saada kellumaan
- Oppia että koko kappaleen tiheys vaikuttaa sen kellumista
- Käyttää opittua aihetta käytännön työssä, jossa nostetaan upponnut laivan pienoismalli

### **2. TUNNIN KULKU**

Opettaja aloittaa tunnin kysymällä: *Mitkä muuttujat vaikuttavat kellumiseen? Kun odotettu vastaus on tullut esille, hän jatkaa: Millä muilla tavoilla kuin kellumistestillä olisi mahdollista selvittää, onko materiaalilla korkeampi vai matalampi tiheys kuin toisella?*

Opettaja näyttää kahta samankokoista kuutiota, jotka on tehty eri materiaaleista: *Mikä on yhteistä näille kuutioille? (Koko.) Ja miten me voimme saada selville, kummalla on isompi tiheys? (Punnitsemalla.)*

Opettaja ohjaa oppilaat tekemään tehtävät 1, 2 ja 3 työkortista 4 tietokoneen avulla. Opettaja kulkee luokassa ja katsoo oppilaiden tuloksia ja antaa luvan jatkaa seuraavaan tehtävään.

Kun tilanne on sopiva, opettaja siirtyy taululle. Opettaja piirtää seitsemän kuutiota taululle ja kysyy oppilailta, missä järjestyksessä materiaalit, jotka he punnitsivat, menevät: *Mikä materiaali on kevyin ja mikä on painavin? Ovatko kaikki kuutiot saman kokoisia?*

Opettaja näyttää taas kädessään olevia kuutioita ja kysyy: *Mistä simulaatiossa olevista materiaaleista voi oikeasti tehdä kuution? Toiset kuutiot ovat kuvitteellisia samankokoisia kuutioita, mutta niitä on mahdollista tutkia tietokoneella.*

Opettaja alleviivaa tiheyden käsitteen käyttöä: *Koska kuutiot ovat samankokoisia, mutta eivät saman painoisia, niillä on myös eri tiheys. Joten voidaan ajatella, että edellinen aina kelluu jälkimmäisessä.*

---

Opettaja käy läpi koko listan materiaaleja taululla ja sanoo, että öljy kelluu vedessä, vesi kelluu kumissa jne.

Opettaja ohjaa keskustelua kohti yhtä tiheyden mallia: *Mitä pisteet kertovat materiaalista?*

Sitten opettaja piirtää oikean määrän pisteitä jokaiseen materiaalikuutioon taululla: *Mitä tarkoittaa, että yhdellä materiaalilla on enemmän palloja kuin toisella? Mikä on kellumisen tai uppoamisen syy?*

Tämän jälkeen opettaja kirjoittaa taululle: *Mitä enemmän pisteitä materiaalilla on, sitä suurempi on sen tiheys.*

Seuraavaksi opettaja siirtyy tekemään demonstraation, jossa mallia käytetään. Opettaja tekee kokeen, jossa hän tiputtaa kuminpalan glyseroliin. Ennen koetta hän näyttää kumia ja kysyy: *Kuinka monta pistettä kumilla on? Kuinka monta pistettä glyserolilla on?*

Opettaja kertoo, mitä glyseroli on, ja sitten siirtyy tekemään seuraavaa demonstraatiota. Hän tekee kokeen, jossa hän havainnollistaa eri nesteiden erilaisia tiheyksiä. Hän kaataa glyserolia, värjättyä vettä ja kasviöljyä lasiin. Opettaja ja oppilaat havainnoivat nesteiden asettumista. Glyseroli ja vesi sekoittuvat hieman, mutta ilmiö on havaittava. Ilmiön tekee selvemmäksi eri esineiden tiputtaminen lasiin. Ne kelluvat eri nestekerroksissa.

Lyhyen keskustelun jälkeen opettaja tekee vielä yhden demonstraation. Hän asettaa lasin palan veteen: *Onko lasilla suurempi vai pienempi tiheys kuin vedellä?*

Opettaja asettaa vesilasin veteen: *Miksi vesilasi kelluu vaikka lasin tiheys on suurempi kuin veden?*

Opettaja antaa keskustelun syntyä.

Opettaja asettaa vielä korkin lasipullon suulle: *Mitä materiaaleja meillä on tässä?* (Lasi, korkki ja ilma.) Opettaja asettaa pullon veteen ja sanoo: *Pullo kelluu vedessä, joten kokonaisuuden tiheys on pienempi kuin veden.*

Oppilaat ohjataan tekemään työkortin 5 tehtävät 5 ja 6. Kokeiden jälkeen opettaja kysyy: *Kuinka saitte sinitarran kellumaan?*

Opettaja näyttää oppilaille laivan pienoismallia ja kysyy, mistä se on tehty. Tämän jälkeen hän aloittaa keskustelun siitä, miksi laivat kelluvat: *Onko raudalla suurempi tiheys kuin vedellä? Miksi laiva siitä huolimatta kelluu? Miten laivan saa uppoamaan?*

Opettaja havainnollistaa pienoismallialuksen uppoamista vesiasiaan. Sitten opettaja ohjaa oppilaita pohtimaan ongelmanratkaisutehtävää: *Keksikää tapa, jolla voitte nostaa laivan astian pohjalta. Teillä on käytössänne narua, ilmapalloja, styroksia, korkkia jne.*

*Oppilaat suunnittelevat nosto-operaation pareittain tai pienissä ryhmissä ja sitten kokeilevat suunnitelmaansa käytännössä vuoroissa.*



**B: ARVIOINTITEHTÄVÄT**

# B: ARVIOINTITEHTÄVÄT

## 1. JOHDANTO

Kehitetyn oppimateriaalin implementointi erosi alkuperäisestä materiaalista monella tapaa ja joitakin aihealueita kuten mallien ymmärtäminen jätettiin kokonaan pois. Moduulin painopiste siirtyi nyt tiheyden käsitteen opettamiseen kellumisen ja uppoamisen näkökulmasta. Esi- ja jälkitestin tehtäviä ja työkorttien harjoituksia pystyttiin siis käyttämään a) hahmottamaan oppilaiden selityksiä uppoamiselle ja kellumiselle oppimisen eri vaiheissa ja b) hahmottamaan näiden käsitysten kehittymistä.

Kerätty data sisälsi esitestin, joka täytettiin ennen opintojakson alkua, ja samankaltaisen jälkitestin, joka kerättiin opetusjakson jälkeen. Jälkitestiin lisättiin yksi tehtävä. Myös oppilaiden luokassa täyttämät työkortit kerättiin opetusjakson päätteeksi. Viimeinen työkortti jätettiin analysoinnista pois vastausten vähäisen määrän vuoksi.

Vastaustyyppien esiintyminen:	Esitesti	Työkortti 1	Työkortti 2	Työkortti 3	Työkortti 4	Jälkitesti
Perustelut uppoamiselle/kellumiselle	1a, 1b, 1c, 1d	1a, 1b, 1c	1a, 1b, 1c, 5a, 5b, 5c, 5f, 5g, 5h	5a, 5h, 5i	6a, 6b, 6c, 6d	1a, 1b, 1c, 1d
Muuttujan kontrollointi – tutkimusmetodin käyttö	3aa, 3ba, 3bb, 3bc, 3ca, 3cb, 3cc, 3d					3aa, 3ab, 3ba, 3bb, 3bc, 3bd, 3ca, 3cb, 3cc, 3d

## 2. ESI- JA JÄLKITESTIEN TEHTÄVIEN ANALYSOINTI

Taulukossa annetut vastaukset ovat esitestistä / jälkitestistä. Osaa vastauksista on lyhennetty ja selkeytetty eivätkä ne aina ole suoria lainauksia.

### TEHTÄVÄ 1: UPPOAMINEN / KELLUMINEN – SELITYKSIÄ ILMIÖLLE

Tämä esi- ja jälkitestin tehtävä arvioi selityksiä, jotka oppilaat antavat a) (pelastusliivin) kellumiselle ja b) (ankkurin) uppoamiselle.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
1a	Kausaalinen suhteellinen päättely (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen tiheyttä nesteeseen tiheyteen.	“Ne sisältävät vettä kevyempää ainetta ja ne on tarkoitettu estämään ihmisiä hukkumasta.” “Koska materiaali on painavampaa ja tiheämpää kuin vesi.” / “Koska ne sisältävät jotain ainetta, joka ei ole tiheämpää kuin vesi.” “Koska ne on tehty painavasta materiaalista. Ja ovat tiheämpiä kuin vesi, minkä takia ne uppoaa.”
1b	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen oppimistavoitteen kaltainen), Oppilas viittaa materiaaliin tai ilmaan esineessä selityksenä kellumiselle tai uppoamiselle.	“Koska ne täyttyvät ilmalla.” “Rauta uppoaa.” / “Pelastusliivit ovat kevyitä ja pelastusliivit on tehty kellumaan, joten ne on tehty kelluvasta materiaalista.” “Koska ne on tehty materiaalista, joka kelluu.”
1c	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen vaihtoehdoisen käsityksen kaltainen), Oppilas viittaa painoon, tilavuuteen tai esineen muotoon.	“Pelastusliivit ovat kevyitä ja ne on tehty kellumaan.” “Koska ankkurit ovat niin painavia ja koska ne on tehty raudasta.” / Yhtään selitystä kellumiselle ei koodattu 1c:ksi jälkitestissä. “Koska se on niin painava, koska se on rautaa.”
1d	Merkityksettömät vastaukset.	“En osaa selittää.” / “Ei tiivis.”



---

## TEHTÄVÄ 2: VAIHTOEHTOISIA KÄSITYKSIÄ UPPOAMISESTA JA KELLUMISESTA

Tämä esi- ja jälkitestin tehtävä arvioi sitä, missä määrin oppilas käyttää kausaalista suhteellista tai

kausaalista lineaarista päättelyä. Oppilaan pitäisi päättää, mitä muuttujaa hän muuttaa saadakseen muoviluvahapallon kellumaan.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
3aa	Keskittyy yhteen muuttujaan (oppimistavoite), Oppilas muuttaa vain yhtä keskeistä muuttujaa.	“Se täytyy tehdä ontoksi.” / “Voin saada sen kellumaan, jos otan osan sinitarrasta pois siitä.”
3ab	Keskittyy kahteen tai useampaan muuttujaan (vaihtoehtoinen käsitys), Oppilas muuttaa kahta tai useampaa oleellista muuttujaa yhtä aikaa.	Yhtään vastausta ei koodattu 3ab:ksi esitestissä. / “Se on mahdollista. Sinitarra pitää muotoilla veneeksi, jossa on korkeat reunat, ja lisäksi veneen pitää olla myös kevyt.”
3d	Merkityksettömät vastaukset.	“No comment...” / “Se pitää asettaa veden pinnalle todella varovasti.”

## TEHTÄVÄ 3: VAIHTOEHTOISIA KÄSITYKSIÄ UPPOAMISESTA JA KELLUMISESTA – PAINO JA KOKO

Tämä esi- ja jälkitestin tehtävä arvioi oppilaiden vaihtoehtoisia käsityksiä kellumisesta ja uppoamisesta

ja koosta ja painosta sen syinä. Valittavissa olevista kuvista yhdessä kuutio on nesteen pinnan ja astian pohjan puolivälissä, mikä tarjoaa ”en tiedä” – tyyppisen vastauksen mahdollisuuden.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
1a	Kausaalinen suhteellinen päättely (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen tiheyttä nesteen tiheyteen.	“Kuutiot on tehty puusta ja puu kelluu, koska se on kevyempää kuin vesi.” / “Jos kuutiot ovat puuta ne kelluvat, koko ei vaikuta kunhan materiaalilla on vähemmän pisteitä kuin vedellä.”
1b	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen oppimistavoitteen kaltainen), Oppilas viittaa materiaaliin tai ilmaan esineessä selityksenä kellumiselle tai uppoamiselle.	“Ajattelisin, että sen pitää olla 1 koska kuutio on tehty samasta materiaalista vaikka toinen onkin isompi ja siksi niiden molempien pitää kellua.” / “Koko ei vaikuta, koska vain jos kuutiot ovat eri materiaalia tulokset voisivat olla erilaisia.”
1c	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen vaihtoehtoisen käsityksen kaltainen), Oppilas viittaa painoon, tilavuuteen tai esineen muotoon.	“Koska kuutio on isompi se yleensä uppoaa toisin kuin pienempi. Riippuu myös materiaalista.” / ”Isompi kuutio painaa enemmän. Siksi se uppoaa.”
1d	Merkityksettömät vastaukset.	“Koska vesi tiivistyy astiassa ja se kehittää niin kovan paineen veteen että molemmat kuutiot pysyvät pinnalla koska vesi on niin tiivistä astiassa.” / “Koko ei vaikuta kellumiseen.”

---

#### TEHTÄVÄ 4: VAIHTOEHTOISIA KÄSITYKSIÄ UPPOAMISESTA JA KELLUMISESTA – ASTIAN LEVELYS

Tämä esi- ja jälkitestin tehtävä arvioi oppilaiden vaihtoehtoisia käsityksiä uppoamisesta ja kellumisesta ja astian leveydestä niiden selityksenä. Tehtävässä on

yhtenä vaihtoehtona mahdollista valita kuva, jossa esine on nesteeseen pinnan ja astian pohjan puolella välissä. Tämä tarjoaa mahdollisuuden ”en tiedä” – tyyppiseen vastaukseen.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
1a	Kausaalinen suhteellinen päättely (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen tiheyttä nesteeseen tiheyteen.	Yhtään vastausta ei koodattu 1a:ksi esitestissä. / ”Koska se ei ole tiheämpää kuin vesi niin se hyppää pinnalle.”
1b	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen oppimistavoitteen kaltainen), Oppilas viittaa materiaaliin tai ilmaan esineessä selityksenä kellumiselle tai uppoamiselle.	”Jos kuutio kellui isommassa astiassa niin se kelluu myös pienemmässä koska vesi ja kuutio ovat silti vielä samaa materiaalia.” / ”Koska astian koko ei vaikuta siihen, miten asiat kelluu mutta se, mitä materiaalia esine on vaikuttaa siihen kelluuko vai eikö kellu.”
1c	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen vaihtoehtoisen käsityksen kaltainen), Oppilas viittaa painoon, tilavuuteen tai esineen muotoon.	”Varmaan koska ne on niin painavia.” / Yhtään vastausta ei koodattu 1c:ksi jälkitestissä.
1d	Merkityksettömät vastaukset.	”Kapeammassa astiassa on vähemmän tilaa ja kuutio uppoaa, mutta vois myös tulla takaisin pinnalle.” / ”Astian koko ei vaikuta kellumiseen.”

## TEHTÄVÄT 5 JA 6: MUUTTUJAN KONTROLLOINTI – STRATEGIA

Tehtävä 5 esi- ja jälkitestissä ja tehtävä 6 jälkitestissä arvioivat, missä määrin oppilaat osaavat käyttää muuttujan kontrollointi – strategiaa. Oppilaiden pitäisi

kuvata a) muuttujan kontrollointitapa ja b) päättelytapa, jossa huomioidaan kokeen tulokset, toisin sanoen kokeen tekijän havainnot.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
3ba	Yrittää kahta koetta keskeiselle muuttujalle ja tekee havaintoja (oppimistavoite), Oppilas tekee kaksi koetta muuttaen keskeistä muuttujaa pitäen kaikki muut muuttujat vakiona, tekee havaintoja.	“Kokeilemalla kelluuko joku tietty esine eri nesteissä vai ei.” ”Ottaisin esimerkiksi vettä ja jotain paksua nestettä, esimerkiksi piimää, ja kokeilisin samoilla välineillä että kelluuko ne.” / ”Saisin selville kumpi on oikeassa niin että laittaisin pöydälle kaksi astiaa. Toiseen laittaisin vettä ja toiseen elohopeaa. Laittaisn palan rautaa molempiin astioihin ja katsoisin, miten käy.” ”Kokeilisin samaa nestettä karkeapintaisella ja sileäpintaisella esineellä, että vaikuttaisiko se.”
3bb	Yrittää kahta koetta keskeiselle muuttujalle (osittainen oppimistavoite), Oppilas tekee kaksi koetta muuttaen vain yhtä keskeistä muuttujaa.	“Ensin tiputan jonkin pienen esineen johonkin huonolaatuiseen nesteeseen ja sitten aivan samanlaisen tai saman esineen parempilaatuiseen nesteeseen.” / ”Ottaisin samanlaiset kuutiot ja astian vettä ja esim. astian, missä on öljyä. Tiputtaisin toisen kuution veteen ja toisen öljyyn. Voisin myös tarkistaa kuution pisteet ensin ja jos sillä olisi vähemmän pisteitä kuin vedellä, se kelluisi.” ”Kokeilisin jollain materiaalilla esim. puulla onko pinnalla vaikutusta vai ei.”
3bc	Muuttaa kahta muuttujaa yhtä aikaa (vaihtoehtoinen käsitys 1), Oppilas muuttaa kahta tai useampaa muuttujaa yhtä aikaa mukaan lukien keskeisen muuttujan tai ei muuta keskeistä muuttujaa vaan kahta muuta.	“Kokeilisin laittaa kuutioita eri nesteisiin ja sitten näkisin vastauksen.” / ”Kokeilisin laittaa kuutioita erilaisiin nesteisiin ja katsoisin, mitä tapahtuu.” ”Laittamalla esim. yhden ison, karkeapintaiset rautakuution ja pienen, sileäpintaisen kuution veteen ja katsomalla, mitä tapahtuu.”
3bd	Oman ennusteen sekoittaminen kokeen tuloksiin (vaihtoehtoinen käsitys 2), Oppilas viittaa omaan mielipiteeseensä sen sijaan että viittaisi muuttujan kontrollointiin tutkimuksessa.	“Maria on oikeassa koska tietenkin se riippuu esineestä ja mistä materiaalista se on tehty. Joko se on painava ja uppoaa tai jos se on kevyt, se kelluu.” / ”Yrjö. Pitäisi laittaa glyserolia yhteen astiaan ja tiputtaa sinne pala kumia. Glyserolissa se kelluisi, mutta vedessä ei.” ”Se ei vaikuta koska se on samaa materiaalia, joten kumpikaan ei uppoa.”
3d	Merkityksettömät vastaukset.	“Katsoisin jostain kirjasta.” / ”Laittaisn samanpainoisen kuution tai pallon molempiin.” ”Ei.”

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
3ca	Käyttää kokeen tuloksia johtopäätöksen tekemiseen (oppimistavoite), Oppilas vertaa kokeiden tuloksia.	“Jos kuutio uppoaisi tai kelluisi kaikissa nesteissä, neste ei vaikuttaisi. Jos kuutio upposi joissakin ja ei kellunut joissakin nesteissä, nesteellä olisi vaikutus uppoamiseen/kellumiseen.” / ”Jos kuutio kelluisi/uppoaisi kaikissa nesteissä, neste ei vaikutta kellumiseen/uppoamiseen, mutta muuten se vaikuttaisi.” ”No, kun pudotan sileäpintaisen kappaleen nesteeseen ja katson sitä hetken että pysyykö se pinnalla vai alkaako se upota. Sitten tekisin saman karheapintaiselle esineelle.”
3cb	Viittaa kokeen tuloksiin (epätarkka viittaus), Oppilas mainitsee kokeiden tulosten arvioinnin.	“Tulin johtopäätökseen sillä perusteella, mitä olen nähnyt ja päätellyt itse.” / ”Kun näen, mitä tapahtuu.” ”Täytyisi nähdä pysyvätkö molemmat kuutiot pinnalla vai yrittäisikö toinen upota.”
3cc	Oman ennusteen sekoittaminen kokeiden tulosten kanssa (vaihtoehtoinen käsitys), Oppilas mainitsee oman johtopäätöksensä tai tutkimusmenetelmän päättelyprosessin sijaan.	“Ensin laittaisin veteen puupalan, joka olisi niin raskas että se uppoaisi. Sitten laittaisin paljon suolaa veteen. Silloin puupala nousisi pintaan. Johtopäätös: nesteen laatu voi vaikuttaa kellumiseen. Esimerkiksi: merivesi kelluttaa esineitä paremmin kuin järvivesi.” / “Eri esineet kelluvat eri materiaaleissa. Jos esimerkiksi neste olisi tiheämpää kuin esine, esine kelluisi, mutta jos esine olisi tiheämpi kuin neste, se uppoaisi.” ”Molemmat kumipalat uppoaisivat koska pinnan karheus ei vaikuta uppoamiseen.”
3d	Merkityksettömät vastaukset.	“Emmätiiä.” “Testaamalla.” / “Koska vesi ja öljy painavat eri verran joten siksi.” ”Minä vain ajattelin.”

---

### 3. TYÖKORTTIEN TEHTÄVIEN ANALYYSI

---

Taulukon vastaukset on toisinaan jaettu /-merkillä, jos vastauksia on kysymyksessä annettu esimerkiksi uppoamisen/kellumisen suhteen

#### TYÖKORTTI 1: SELITYKSIÄ UPPOAMISELLE JA KELLUMISELLE

Kun oppilaat alkavat työskennellä ensimmäisen työkortin kanssa, he ovat juuri nähneet motivationaalista moduuliin liittyvää materiaalia. He eivät vielä ole oppineet mitään uutta aiheesta. Ensimmäisessä harjoituksessa he värittävät esineitä kuvasta sen mukaan uskovatko niiden kelluvan vai uppoavan. Heidän selityksensä molemmille tapahtumille on luokiteltu käyttäen samaa luokittelutapaa kuin esi- ja jälkitestin tehtävien 1, 3 ja 4 vastauksille.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
1a	Kausaalinen suhteellinen päättely (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen tiheyttä nesteen tiheyteen.	“Pelastusliivit kelluvat, koska niissä on ilmaa ja ilma on vettä kevyempää.” / “Laiva uppoaisi koska se on tehty raudasta, joka on vettä raskaampaa.”
1b	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen oppimistavoitteen kaltainen), Oppilas viittaa materiaaliin tai ilmaan esineessä selityksenä kellumiselle tai uppoamiselle.	“Tikkaat kelluvat, jos ne on tehty puusta” / “Koska ne on tehty materiaalista, joka ei kellu.”
1c	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen vaihtoehtoisen käsityksen kaltainen), Oppilas viittaa painoon, tilavuuteen tai esineen muotoon.	“Liput, pelastusvene, tynnyri ja pelastusvene kelluvat koska ne ovat kevyitä ja niissä on kelluvia osia.” / “Koska ne on tehty raskaasta metallista, joka painaa paljon, joten ne uppoavat.”
1d	Merkityksettömät vastaukset.	Yhtään vastausta ei koodattu 1d:ksi.

---

## **TYÖKORTTI 2: SELITYKSIÄ UPPOAMISELLE JA KELLUMISELLE, JOHTOPÄÄTÖSTEN VETÄMISTÄ HAVAINNOISTA**

Työkortissa 2 on kaksi tehtävää, joiden kirjalliset vastaukset luokiteltiin. Tehtävässä 3 annettiin selityksiä esineiden uppoamiselle ja kellumiselle kokeellisessa työssä tehtävissä 1 ja 2. Tehtävässä 4 oppilaat

yrittävät vetää johtopäätöksiä kokeiden tuloksista. He yrittävät luoda mallin tai säännön kellumiselle ja uppoamiselle. Nämä vastaukset on luokiteltu käyttäen luokittelutapaa, joka perustuu dataan ja teoriaan yleisistä vaihtoehtoisista käsityksistä kellumisen ja uppoamisen yhteydessä.

	<b>VASTAUSKATEGORIA</b>	<b>TYYPILLISIÄ OPPILAIEN VASTAUKSIA</b>
1a	Kausaalinen suhteellinen päättely (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen tiheyttä nesteen tiheyteen.	“Paino vaikuttaa joten jos asia painaa enemmän kuin vesi, se uppoaa, mutta jos vähemmän, se kelluu.” “Jos materiaalin tiheys on pienempi kuin veden, se kelluu.”
1b	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen oppimistavoitteen kaltainen), Oppilas viittaa materiaaliin tai ilmaan esineessä selityksenä kellumiselle tai uppoamiselle.	“Painolla ei ollut vaikutusta. Koko ei vaikuttanut. Materiaalilla on vaikutusta.”
1c	Kausaalinen lineaarinen päättely (intuitiivinen vaihtoehtoisen käsityksen kaltainen), Oppilas viittaa painoon, tilavuuteen tai esineen muotoon.	“Teräsmutteri on painavaa rautaa ja se on tiivis.”
1d	Merkityksettömät vastaukset.	Yhtään vastausta ei koodattu 1d:ksi.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIDEN VASTAUKSIA
5a	Kausaalinen suhteellinen, (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen ja nesteen tiheyttä.	“Jos materiaalin tiheys on pienempi kuin veden, se kelluu.”
5b	Kausaalinen mahdollisesti lineaarinen, Oppilas ymmärtää, että tiheys vaikuttaa esineen uppoamiseen tai kellumiseen.	“Tiheä uppoaa. Huokoinen kelluu.”
5c	Intuitiivinen vaihtoehdoisen kaltainen: paino, Uppoaminen ja kelluminen selitetään painolla.	“Rauta ei kellu, mutta puu kelluu, koska puu on kevyttä ja rauta ei kellu koska se on niin painavaa. Kumi ei kellu, koska se on tiivis, mutta styroksi kelluu, koska se on kevyttä.”
5d	Intuitiivinen vaihtoehdoisen kaltainen: koko, Uppoaminen ja kelluminen selitetään esineen koolla.	Yhtään vastausta ei koodattu 5d:ksi.
5e	Intuitiivinen vaihtoehdoisen kaltainen: esineen muoto, Uppoaminen ja kelluminen selitetään esineen muodolla.	Yhtään vastausta ei koodattu 5e:ksi.
5f	Intuitiivinen vaihtoehdoisen kaltainen: ilma, Uppoaminen ja kelluminen selitetään ilmalla esineessä.	“Kun esineet on täynnä ilmaa, ne kelluu. Jos se on raskas ja siinä ei ole ilmaa, se uppoaa.”
5g	Intuitiivinen vaihtoehdoisen kaltainen: materiaali, Uppoaminen ja kelluminen selitetään materiaalilla, josta esine on valmistettu.	“Materiaali. Ja myöskin paino.”
5h	Oppilas ei vedä johtopäätöstä vaan listaa havaintoja.	“Puu kelluu ja metalli ei.”
5i	Oppilas vetää yksinkertaisen johtopäätöksen: neste vaikuttaa uppoamiseen ja kellumiseen.	Yhtään vastausta ei koodattu 5i:ksi.

---

### TYÖKORTTI 3: JOHTOPÄÄTÖSTEN TEKEMINEN HAVAINNOISTA

Työkortissa 3 oppilaita pyydetään työskentelemään tietokonesimulaation kanssa ja vetämään

johtopäätöksiä havainnoistaan. Nämä johtopäätökset on luokiteltu käyttäen samaa luokittelutapaa kuin työkortissa 2.

	VASTAUSKATEGORIA	TYYPILLISIÄ OPPILAIKEN VASTAUKSIA
5a	Kausaalinen suhteellinen, (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen ja nesteen tiheyttä.	“Rauta on tiheämpää kuin öljy ja elohopea-astiassa elohopea on tiheämpää kuin rauta.”
5b	Kausaalinen mahdollisesti lineaarinen, Oppilas ymmärtää, että tiheys vaikuttaa esineen uppoamiseen tai kellumiseen.	Yhtään vastausta ei koodattu 5b:ksi.
5c	Intuitiivinen vaihtoehtoisen kaltainen: paino, Uppoaminen ja kelluminen selitetään painolla.	Yhtään vastausta ei koodattu 5c:ksi.
5d	Intuitiivinen vaihtoehtoisen kaltainen: koko, Uppoaminen ja kelluminen selitetään esineen koolla.	Yhtään vastausta ei koodattu 5d:ksi.
5e	Intuitiivinen vaihtoehtoisen kaltainen: esineen muoto, Uppoaminen ja kelluminen selitetään esineen muodolla.	Yhtään vastausta ei koodattu 5e:ksi.
5f	Intuitiivinen vaihtoehtoisen kaltainen: ilma, Uppoaminen ja kelluminen selitetään ilmalla esineessä.	Yhtään vastausta ei koodattu 5f:ksi.
5g	Intuitiivinen vaihtoehtoisen kaltainen: materiaali, Uppoaminen ja kelluminen selitetään materiaalilla, josta esine on valmistettu.	Yhtään vastausta ei koodattu 5g:ksi.
5h	Oppilas ei vedä johtopäätöstä vaan listaa havaintoja.	“Elohopea pitää rautakuution pinnalla ja öljyssä se uppoaa.”
5i	Oppilas vetää yksinkertaisen johtopäätöksen: neste vaikuttaa uppoamiseen ja kellumiseen.	“Voin tehdä sellaisen johtopäätöksen, että nesteen laatu vaikuttaa kellumiseen.”



---

#### **TYÖKORTTI 4: UPPOAMISEN JA KELLUMISEN ERÄÄLLÄ TIHEYDEN MALLILLA SELITTÄVÄ SÄÄNTÖ**

Tehtävässä 5 työkortissa 4 oppilaita pyydetään keksimään sääntö, jonka avulla on mahdollista selittää

kelluminen ja uppoaminen käyttäen tiheyden pistemallia. Nämä säännöt on luokiteltu käyttäen luokittelutapaa, joka perustuu datassa havaittuihin vastautustyypeihin.

	<b>VASTAUSKATEGORIA</b>	<b>TYYPILLISIÄ OPPILAIEN VASTAUKSIA</b>
6a	Kausaalinen suhteellinen päättely (oppimistavoite), Oppilas vertaa esineen ja nesteen tiheyttä tai siitä kertovaa pisteiden määrää.	“Veden tiheys on neljä pistettä. Joten kaikki aineet, joiden tiheys on enemmän kuin neljä pistettä uppoavat ja ne joilla on vähemmän, kelluvat. Mitä enemmän pisteitä, sen tiheämpi aine.”
6b	Kausaalinen lineaarinen tai epäselvä päättely, joka liittyy tiheyteen, Oppilas esittää yhteyden tiheyden ja uppoamisen tai kellumisen välillä, mutta selitys ei ole tyydyttävä.	“Mitä enemmän pisteitä, sen paremmin uppoaa. Pisteet kertovat myös, miten painava esine on.”
6c	Varsinaista johtopäätöstä ei tehdä, Oppilas kertoo pisteiden merkitsevän tiheyttä.	“Mitä enemmän pisteitä, sen tiheämpi esine on.”
6d	Väärä johtopäätös, jossa pisteiden määrä tulkitaan esineen painoksi.	“Mitä enemmän pisteitä, sen paremmin uppoaa. Pisteet kertovat myös, miten painava esine on.”

---

## 4. ESI- JA JÄLKITESTIT

---

### ESI- JA JÄLKITESTIEN TEHTÄVÄT

#### Tehtävä 1 (Kelluminen/Uppoaminen)

Kaikissa matkustajalaivoissa on pelastusliivejä ja ankkureita. Mitä tapahtuu, jos nämä pudotetaan laivalta mereen? Perustele vastauksesi.

Pelastusliivit:  kelluvat  uppoavat  en tiedä

Perustelu (koska): .....

Ankkurit:  kelluvat  uppoavat  en tiedä

Perustelu (koska): .....

#### Tehtävä 2 (menetelmä)

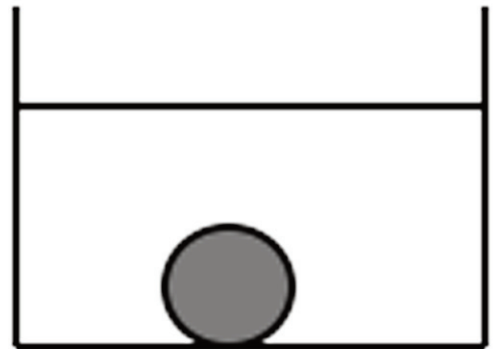
Oheisessa kuvassa näet vesialtaaseen uponneen muoviluvahasta muotoillun pallon. Voitko saada tämän muoviluvahakappaleen kellumaan veden pinnalla? Jos voit, mitä pitää tehdä?

.....

.....

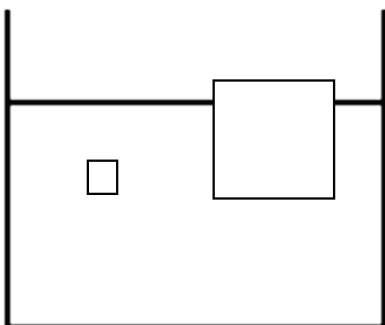
.....

.....

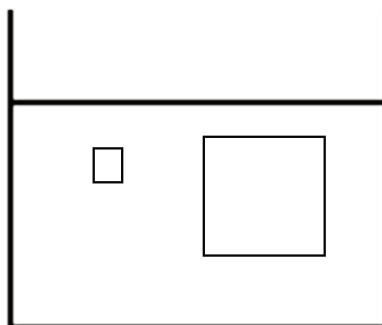


#### Tehtävä 3 (Kelluminen/Uppoaminen)

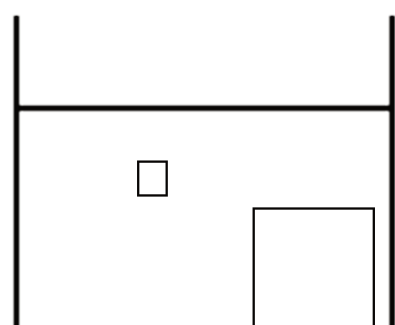
Kalle pudottaa pienen palikan vesiastiaan, jossa se jää kellumaan oheisen kuvan osoittamalla tavalla. Irene pudottaa samasta materiaalista valmistetun suuremman palikan samaan astiaan. Rastita se oheisista kolmesta kuvasta, joka mielestäsi kuvaa parhaiten Kallen ja Irenen pudottamien palikoiden asettumista vesiastiaan (**lopullinen** asema).



1



2



3

Perustele valintasi:

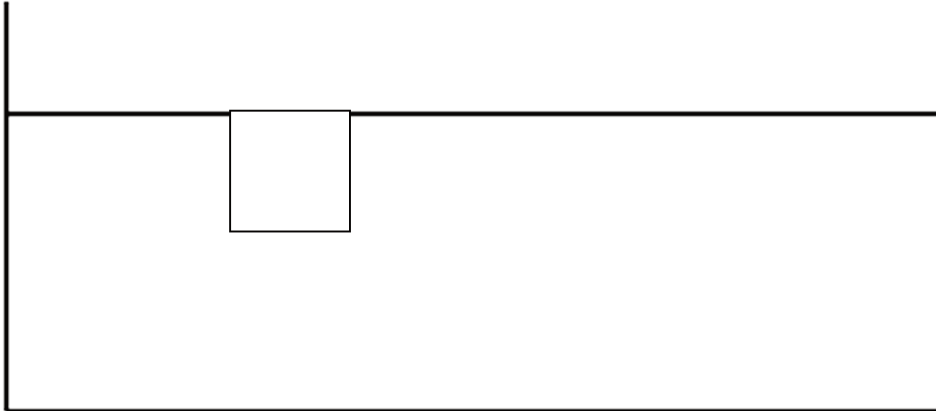
.....

.....

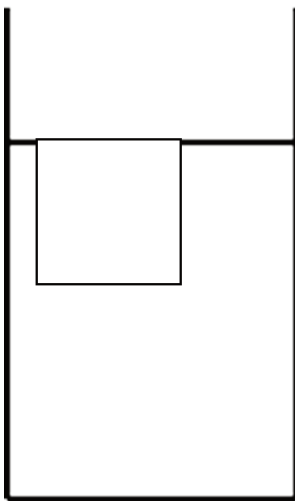
---

#### Tehtävä 4 (Kelluminen/Uppoaminen)

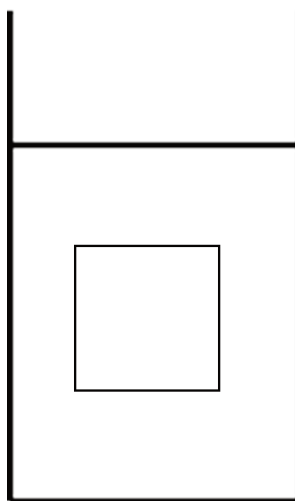
Kalle pudotti palikan laakeaan nestealtaaseen, jossa se jäi kellumaan oheisen kuvan osoittamalla tavalla. Irene pudotti samanlaisen palikan kapeaan astiaan, jossa oli samaa nestettä. Mihin paikkaan mielestäsi Irenen pudottama palikka asettuu? Rastita se oheisista kolmesta kuvasta, joka parhaiten vastaa lopullista tilannetta.



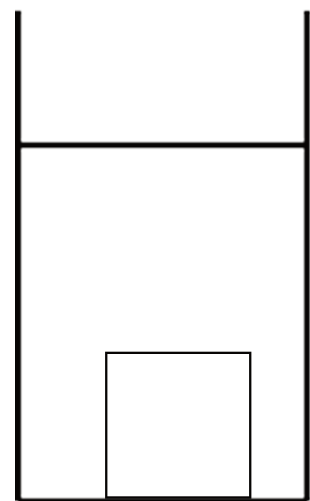
LAAKEA ALLAS



1



2



3

KAPEA ASTIA

Perustele valintasi:

---

---

---

**Tehtävä 5 (menetelmä)**

Yrjö väittää, että "... astiassa olevan nesteen laatu vaikuttaa siihen, miten esineet kelluvat tai uppoavat kyseisessä nesteessä..." kun taas Maria on päinvastoin sitä mieltä, että "... astiassa olevan nesteen laatu ei vaikuta siihen, miten esineet kelluvat tai uppoavat kyseisessä nesteessä...". Millä tavalla ottaisit selville, kumpi heistä on oikeassa?

---

---

Jos tekisit niin kuin edellä ehdotit, vetäisit jonkin johtopäätöksen. Kuvaile, miten tulisit tähän johtopäätökseen:

---

---

**Tehtävä 6 (menetelmä)**

Oppilasryhmässä keskustellaan kellumiseen ja uppoamiseen vaikuttavista tekijöistä, jos jokin esine pannaan nesteastiaan. Jonkun mielestä kappaleen pinta, onko se sileä vai karhea, vaikuttaa todennäköisesti siihen. Selosta, miten voisit tutkia, pitääkö tämä oletamus paikkansa.

---

---

Jos tekisit niin kuin edellä ehdotit, vetäisit jonkin johtopäätöksen. Kuvaile, mitä vaiheita tulisi seurata, jotta voisit varmuudella tulla tähän johtopäätökseen:

---

---



**MATERIALS  
SCIENCE PROJECT**

UNIVERSITY-SCHOOL PARTNERSHIPS  
FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION  
OF RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED  
MODULES ON MATERIAL PROPERTIES

ISBN 978-9963-689-73-6  
2009