


Dia 1



Oppilaiden herätys: Vesi on elinympäristönä monilla tavoilla ilmasta poikkeava. Mitä syvemmälle mennään, sitä suurempi muutos on. Sukeltajan on osattava toimia oikein muuttuneessa ympäristössään.

Oppitunnin hyötyarvo: Muuttuneessa ympäristössä on helpompi toimia, kun tietää mitä ja miksi tapahtuu.

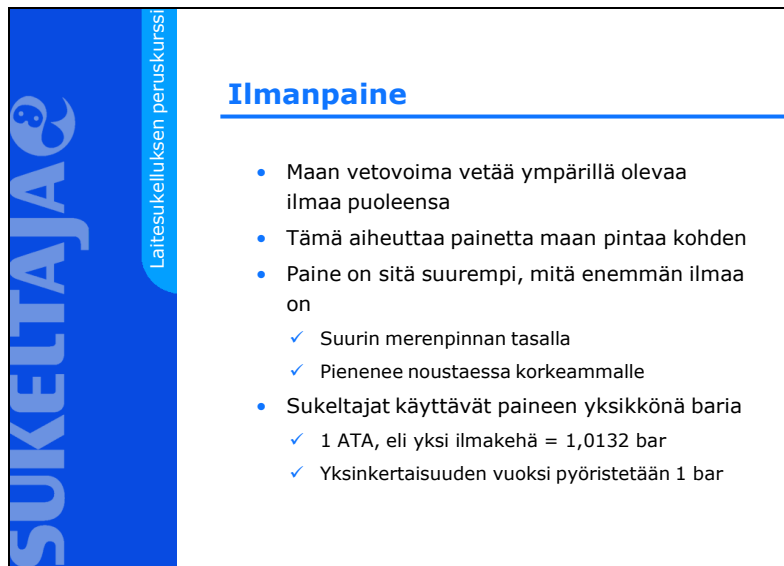


Laitesukelluksen peruskurssi

Tavoitteet

Oppitunnin jälkeen te

- Tiedätte, mistä paine johtuu
- Tiedätte, mistä ilma koostuu
- Tiedätte kokonaispaineen käsitteen
- Tiedätte, miten vesi vaikuttaa valoon ja ääneen
- Tunnette yleisimmät kaasulait



SUKELTAJA
Laitesukelluksen peruskurssi

Ilmanpaine

- Maan vetovoima vetää ympärillä olevaa ilmaa puoleensa
- Tämä aiheuttaa painetta maan pintaa kohden
- Paine on sitä suurempi, mitä enemmän ilmaa on
 - ✓ Suurin merenpinnan tasalla
 - ✓ Pienenee noustaessa korkeammalle
- Sukeltajat käyttävät paineen yksikkönä baria
 - ✓ 1 ATA, eli yksi ilmakehä = 1,0132 bar
 - ✓ Yksinkertaisuuden vuoksi pyöristetään 1 bar

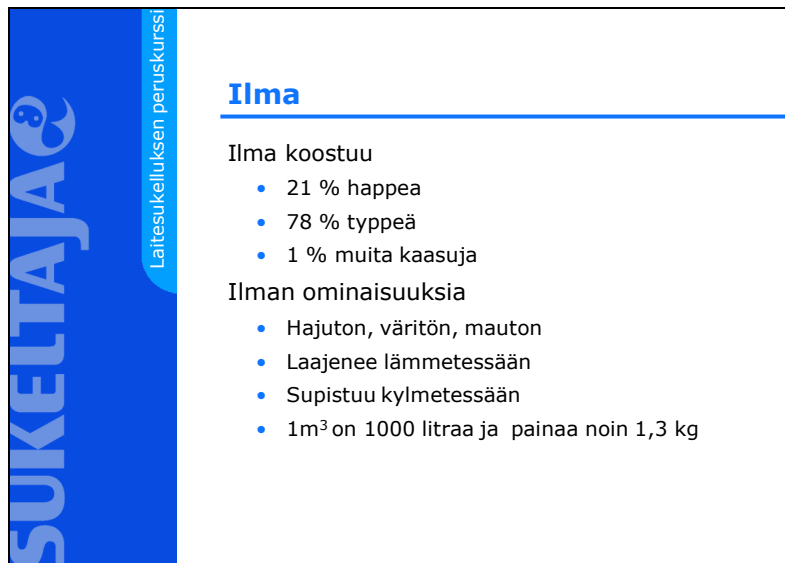
Ilman aiheuttama paine

Maa vetää puoleensa sen ympärillä olevaa ilmaa. Ilma aiheuttaa siis painetta maan pintaa kohden.

Lähempänä maata ilma on myös tiheämpää, koska ylempänä oleva ilma painaa sitä kokoon. Paine muuttuu sen mukaan, kuinka suuri yläpuolella olevan ilman määrä on. Siis esimerkiksi mitä ylemmäksi vuoren huippua nousee, sitä kevyempää ilma on.

Liikennelentokoneet on paineistettu vastaamaan noin kolmen kilometrin korkeudessa vallitsevaa painetta. Sukelluslomalaisen on otettava tämä huomioon, ennen kuin palaa kotimaahan.

Paineen yksikköinä käytetään baria tai pascalia. Sukeltajat käyttävät yksinkertaisuuden vuoksi yksikkönä baria.



SUKELTAJA
Laitesukelluksen peruskurssi

Ilma

Ilma koostuu

- 21 % happea
- 78 % typpeä
- 1 % muita kaasuja

Ilman ominaisuuksia

- Hajuton, väritön, mauton
- Laajenee lämmitessään
- Supistuu kylmetessään
- 1m³ on 1000 litraa ja painaa noin 1,3 kg

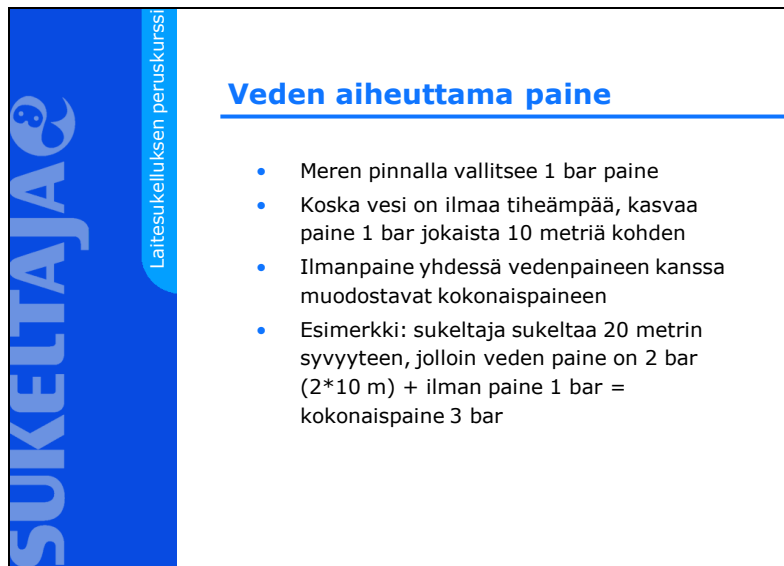
Ilma

Ilma on kaasua, jonka ainesosat ovat typpi (78 %), happi (21 %) muita kaasuja (1 %).

Elimistö käyttää hyväkseen hapen mutta ei muita kaasuja. Kuutiometri huoneenlämpöistä ilmaa painaa noin 1,3 kiloa.

Ilma laajenee lämmitessään ja supistuu kylmetessään. Kun pulloa täytetään, pullon paine nousee, ja syntyy lämpöä. Vastaavasti kun ilma tulee ulos pullosta, paine laskee ja ilman lämpötila laskee.

Viileneminen voi olla jopa niin voimakasta, että pulloventtiiliin muodostuu jäätä. Tämä on erityisesti huomioita sukeltaessa jäätävissä olosuhteissa.



SUKELTAJA
Laitesuikelluksen peruskurssi

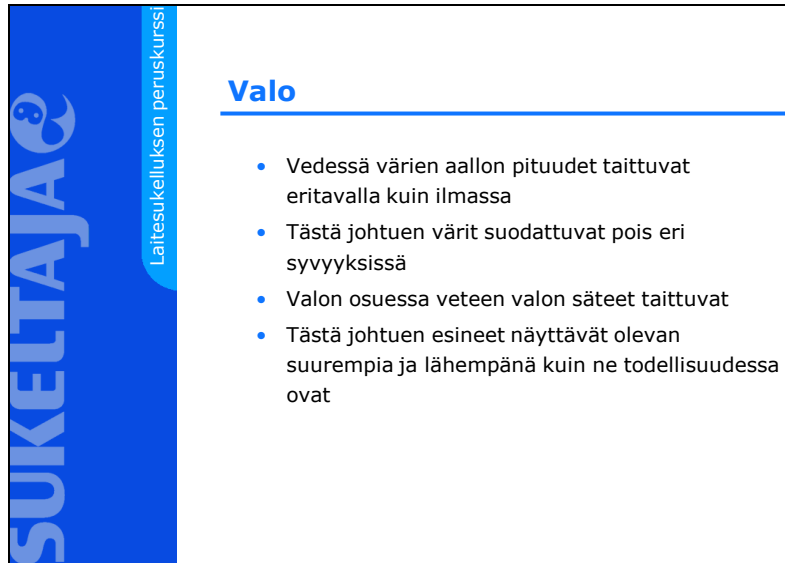
Veden aiheuttama paine

- Meren pinnalla vallitsee 1 bar paine
- Koska vesi on ilmaa tiheämpää, kasvaa paine 1 bar jokaista 10 metriä kohden
- Ilmanpaine yhdessä vedenpaineen kanssa muodostavat kokonaispaineen
- Esimerkki: sukeltaja sukeltaa 20 metrin syvyyteen, jolloin veden paine on 2 bar (2*10 m) + ilman paine 1 bar = kokonaispaine 3 bar

Veden aiheuttama paine

On sovittu, että meren pinnalla vallitseva ilmanpaine on 1 bar. Vedessä paine lisääntyy 1 barilla jokaista 10 syvyysmetriä kohden. Tämä paine johtuu veden massan aiheuttamasta paineesta, ja sitä kutsutaan vedenpaineeksi.

Alapuolella oleva vesi kantaa yläpuolella olevan veden painon lisäksi myös ilman painon. Näiden kahden massan aiheuttamien paineiden summaa kutsutaan kokonaispaineeksi.



The slide features a blue vertical banner on the left with the text 'SUKELTAJA' and a logo of a diver. To the right of the banner, the text 'Laitesuikelluksen peruskurssi' is written vertically. The main content area is white with a blue horizontal line under the title 'Valo'. Below the title is a bulleted list of four points.

Valo

- Vedessä värien aallon pituudet taittuvat eritavalla kuin ilmassa
- Tästä johtuen värit suodattuvat pois eri syvyyksissä
- Valon osuessa veteen valon säteet taittuvat
- Tästä johtuen esineet näyttävät olevan suurempia ja lähempänä kuin ne todellisuudessa ovat

Valo

Auringon valo on sädekimppu, jossa on violettia, sinistä, vihreää, keltaista, oranssia ja punaista väriä. Vedessä näiden aallonpituudet suodattuvat eri tavoin kuin ilmassa.

Sininen väri suodattuu puhtaassa vedessä vähiten, mikä takia vesi näyttää sinertävältä.

Punainen väri suodattuu nopeimmin, ja se häviää jo muutamassa metrissä. Tämän takia punaiset eliöt näyttävät vedessä paljaalla silmällä ruskeilta.

Valon vihreät aallonpituudet säilyvät yleensä hyvin, mistä johtuu meriveden vihreä sävy.

Suomen rannikoilla myös sininen ja violetti väri häviävät, koska vedessä on leviä ja planktonia.


Jos veden alla käyttää keinovaloa, värit tulevat esille.

Valon taittuminen

Valon säteet liikkuvat suorina linjoina. Kun ne törmäävät ilman ja veden rajapintaan, ne taittuvat ja muuttavat suuntaansa.

Vesi on tiheämpää ainetta kuin ilma, minkä vuoksi valon säteet liikkuvat vedessä hitaammin.

Valon taittumisen takia saa sen vaikutelman, että esineet ovat suurempia ja ne ovat lähempänä kuin ne todellisuudessa ovat.



Laitesukelluksen peruskurssi

Ääni

- Ääni etenee kuin renkaat veden pinnalla ja saapuu korviin hiukan eriaikaisesti
- Tästä johtuen voimme päätellä, mistä päin ääni tulee
- Vedessä ääni etenee neljä kertaa nopeammin kuin ilmassa
- Koska ääni saapuu korviin lähes saman aikaisesti, on mahdotonta havaita äänen tulosuuntaa
- Ääni kulkee vedessä huomattavasti pidempiä matkoja kuin ilmassa, tästä johtuen äänen aiheuttajat eivät ole niin lähellä kuin luulisi


Äänen kulku

Ääniaallot leviävät ikään kuin renkaat veden pinnalla.

Ääni saapuu korviin hiukan eriaikaisesti. Tämän eron ansiosta voi päätellä, mistä päin ääni tulee.

Vedessä ääni etenee lähes neljä kertaa nopeammin kuin ilmassa. Koska ääni saapuu korviin lähes yhtä aikaa, minkä vuoksi on lähes mahdotonta havaita äänen tulosuuntaa.

Ääni liikkuu veden alla pitempiä matkoja kuin ilmassa. Tämän takia laivat tai veneet eivät ole niin lähellä kuin saattaisi luulla.



Laitesukelluksen peruskurssi

Boylen laki

- Boylen lain mukaan paineen (P) ja tilavuuden (V) suhde on vakio
$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$
- Esimerkki: Jos pallon tilavuus on viisi litraa pinnalla, on sen tilavuus kaksi ja puoli litraa 10 metrin syvyydessä
- Tästä seuraa se, että sukeltajan noustessa pintaan keuhkoissa oleva ilma laajenee
 - ✓ Mikäli ilma laajenee liiaksi, syntyy keuhkorepeämä
 - ✓ Tämän takia hengitystä ei saa milloinkaan pidättää sukeltaessa laitteella
- Tämä vaikuttaa myös kaasunkulutukseen

Boylen laki

Sukeltajan tulee ymmärtää, kuinka paine vaikuttaa kaasujen tilavuuteen. Tästä seuraa suoraan muun muassa se, kuinka paljon hengityskaasua kuluu eri syvyyksissä.

Boylen lain mukaan paineen (**P**) ja tilavuuden (**V**) suhde on vakio.

Jos pallo on viiden litran suuruinen veden pinnalla, se tilavuus on kaksi ja puoli litraa kymmenen metrin syvyydessä. Pinnalla sama pallo on pehmeä ja syvemmällä kova.


Sama asia toisin ilmaistuna: sama pallo on syvällä pieni ja kova tai vastaavasti matalammalla pehmeä ja suuri.

Pallon tilavuus pienenee aina puolella jokaista kymmentä metriä kohden. Vastaavasti syvällä olevan pallon tilavuus lisääntyy puolella ylös noustessa. Viimeisellä kymmenellä metrillä tilavuuden kasvu on suurin.

Kun sukeltaja nousee kohti pintaa, keuhkoissa olevan ilman tilavuus kasvaa. Jos hänen keuhkoissaan on kymmenen metrin syvyydessä ilmaa viisi litraa, sama ilmamäärä laajenisi kymmeneen litraan pinnalla. Tämä ei tietenkään ole mahdollista, vaan keuhkot repeävät, mikäli ilmaa ei päästä ulos.

Ilma laajenee siis suhteellisesti eniten mitä lähemmäksi pintaa noustaan, joten silloin on oltava erityisen varovainen nousunopeuden suhteen.

Kun hän hengittää normaalisti, "vanha" suurempipaineinen ilma poistuu luonnollisella tavalla.



Laitesukelluksen peruskurssi

Boylen laki jatkuu

Tämä mahdollistaa myös kaasumäärien laskemisen

- Kaasun määrä = pullonpaine * pullon tilavuus
 - ✓ 200 bar * 12 litraa = 2400 litraa

Sekä sen, paljonko kulutat sukellussyvyudessa

- Kokonaispaine * pintailman kulutus = kaasun kulutus minuutissa
 - ✓ 3 bar * 25 litraa = 75 litraa / minuutissa

Sekä sen, kuinka kauan voit olla sukelluksissa

- Käytettävissä oleva kaasun määrä / kulutus = aika
 - ✓ 1800 litraa / 75 litraa/min = 24 minuuttia

Boylen lain avulla voi laskea pullossa olevan ilman määrän.

Ilman määrä = paine x pullon tilavuus

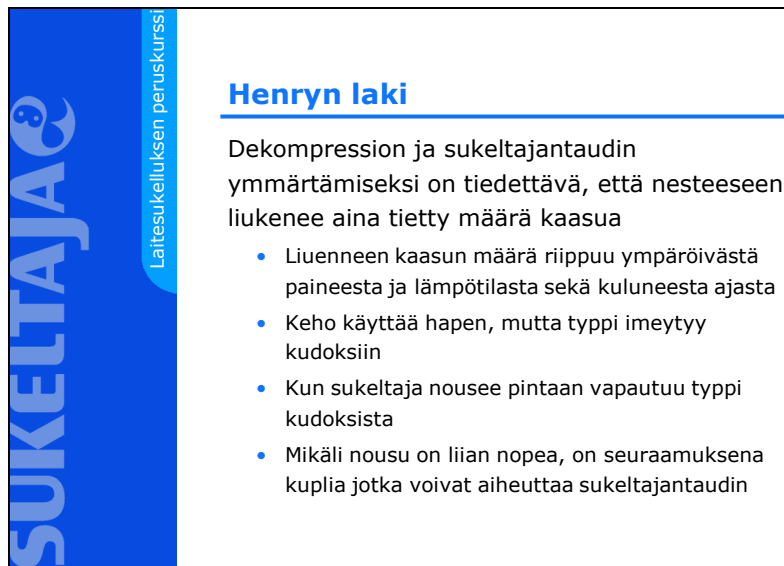
Jos sukelluspullon tilavuus on 12 litraa ja sen täyttöpaine 200 baria, pullo sisältää 2 400 litraa käytettävissä olevaa ilmaa.

Sukelluksen lopussa pullossa on turvallisuussyistä oltava ilmaa jäljellä 50 baria. Ilmaa on siis käytettävissä 1 800 litraa.

Ilman kulutuksen riippuvuus syvyydestä

Sukeltaja kuluttaa ilmaa sitä enemmän, mitä syvemmälle hän sukeltaa. Regulaattori on rakennettu siten, että se antaa sukeltajalle aina hänen tarvitsemansa määrän ilmaa, mutta ilman paine vastaa ympäröivän veden painetta.

Koska keuhkojen koko pysyy lähes samana, keuhkoissa olevan puristuneen ilman määrän täytyy vastata kooltaan pinnalla vallitsevaa kokoa. Esimerkiksi kun sukeltaja hengittää kymmenessä metrissä sisään yhden litran ilmaa, määrä vastaa pinnalla kahta litraa ilmaa.



Henryn laki

Dekompression ja sukeltajataudin ymmärtämiseksi on tiedettävä, että nesteeseen liukenee aina tietty määrä kaasua

- Liunneen kaasun määrä riippuu ympäröivästä paineesta ja lämpötilasta sekä kuluneesta ajasta
- Keho käyttää hapen, mutta typpi imeytyy kudoksiin
- Kun sukeltaja nousee pintaan vapautuu typpi kudoksista
- Mikäli nousu on liian nopea, on seuraamuksena kuplia jotka voivat aiheuttaa sukeltajataudin

Henryn laki

Dekompression ja sukeltajataudin ymmärtämisen kannalta on tärkeä tietää, että nesteeseen liukenee aina tietty määrä kaasua. Liunneen kaasun määrä riippuu ympäröivästä paineesta ja lämpötilasta. Ilmiötä kuvaa Henryn laki.

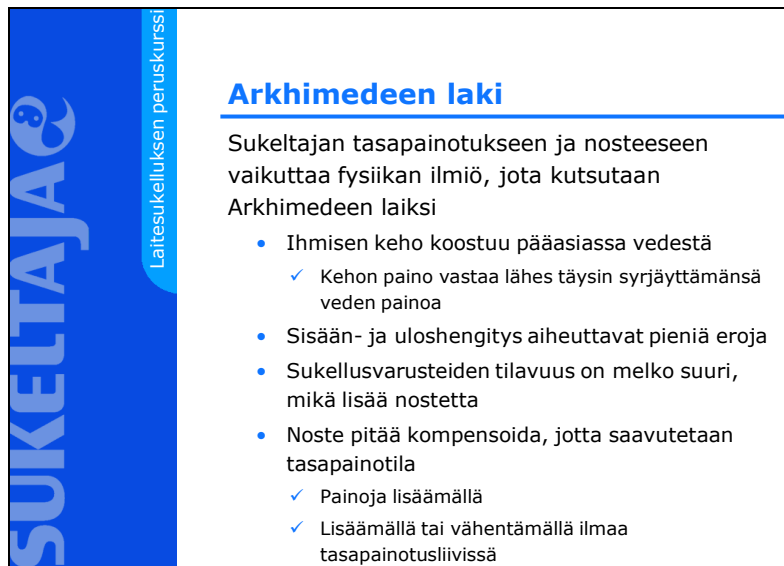
Tätä voi havainnollistaa samppanjapullolla. Pullossa viinin käyminen jatkuu vielä jonkin aikaa pulloituksen jälkeen, mikä aiheuttaa painetta. Samalla käymisen tuottamat kaasut liukenevat nesteeseen. Kun pullo avataan, liuennut kaasu vapautuu nesteestä voimakkaasti kuplien.

Kun sukeltaja hengittää pullosta ilmaa, hän kuluttaa happea, mutta typestä osa liukenee kudoksiin. Jos paine alenee hitaasti – siis sukeltaja nousee hitaasti kohti pintaa – typen vapautuminen ei aiheuta juuri kuplia.

Jos ympäröivä paine laskee liian nopeasti – siis sukeltaja nousee liian nopeasti – kudoksiin liuennut typpi muodostaa kuplia vapautuessaan. Kuplat tukkivat kudoksia ja haittaavat siten elintärkeitä toimintoja. Seurauksena on niin kutsuttu sukeltajantauti.

Taudin vakavuus riippuu siitä, missä kohdassa kehoa kuplien muodostuminen tapahtuu ja mihin paikkaan ne ajautuvat.

Sukeltajataudin välttämiseksi on suunniteltava huolellisesti sukellussyvyys, sukellusaika ja nousunopeus. Tätä varten käytetään apuna sukellustaulukoita.



Arkhimedeen laki

Sukeltajan tasapainotukseen ja nosteeseen vaikuttaa fysiikan ilmiö, jota kutsutaan Arkhimedeen laiksi

- Ihmisen keho koostuu pääasiassa vedestä
 - ✓ Kehon paino vastaa lähes täysin syrjäyttämänsä veden painoa
- Sisään- ja uloshengitys aiheuttavat pieniä eroja
- Sukellusvarusteiden tilavuus on melko suuri, mikä lisää nostetta
- Noste pitää kompensoida, jotta saavutetaan tasapainotila
 - ✓ Painoja lisäämällä
 - ✓ Lisäämällä tai vähentämällä ilmaa tasapainotusliivissä

Arkhimedeen laki

Sukeltajan tasapainotukseen ja nosteeseen vaikuttaa fysiikan ilmiö, jota kutsutaan Arkhimedeen laiksi.

Arkhimedes muotoili lain seuraavalla tavalla: **Kappale, joka upotetaan nesteeseen, menettää painostaan yhtä paljon kuin on sen nestemäärän paino, jonka se syrjäyttää.**

Jos upotettu kappale painaa vähemmän kuin sen syrjäyttämä vesi, sen *noste on positiivinen* eli kappale kelluu.


Jos kappale painaa enemmän, sen *noste on negatiivinen* eli kappale vajoaa.

Jos kappale painaa yhtä paljon kuin sen syrjäyttämä vesi, se ei vajoa eikä nouse eli sen *noste on neutraali*.

Ihmisen keho koostuu pääasiassa vedestä. Keskisuuren ihmisen paino vastaa lähes täysin sen veden painoa, jonka se syrjäyttää.

Sisään- ja uloshengitys aiheuttaa pieniä eroja. Uloshengitys pienentää keuhkojen tilavuutta, minkä johdosta keho syrjäyttää pienemmän määrän vettä ja siten aiheuttaa vajoamisen. Sisäänhengitys taas lisää keuhkojen tilavuutta, minkä johdosta keho nousee ylöspäin.

Sukellusvarusteiden tilavuus on myös melko suuri, mikä lisää nostetta. Sukeltajan täytyy korvata noste siten, että hän saavuttaa tasapainotilan. Karkea tasapainotus tehdään painoilla. Hienosäätö tapahtuu lisäämällä tai vähentämällä ilmaa liiviin.



Laitesukelluksen peruskurssi

Kertaus

Nyt te

- Tiedätte, mistä paine johtuu
- Tiedätte, mistä ilma koostuu
- Tiedätte kokonaispaineen käsitteen
- Tiedätte, miten vesi vaikuttaa valoon ja ääneen
- Tunnette yleisimmät kaasulait

Kertaavia kysymyksiä:

1. Mistä paine johtuu?
2. Mikä on paine merenpinnan tasalla?
3. Kuinka paljon paine kasvaa 10 syvyysmetriä kohden?
4. Mitä eroa on ilma paineella, veden paineella ja kokonaispaineella?
5. Mikä on kokonaispaine 18 metrin syvyydessä?
6. Mistä ilma koostuu?
7. Miten vesi vaikuttaa valoon?
8. Miten vesi vaikuttaa ääneen?
9. Selitä Boylen laki ja miten hyötyä sen tuntemisesta on sukeltajalle.
10. Selitä Henryn laki ja mitä hyötyä sen tuntemisesta on sukeltajalle.



Laitesukelluksen peruskurssi

Kysyttävää?
