
Laitesukelluksen peruskurssi

Sukeltajan fysiikka



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

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

Ilma

Ilma koostuu

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

Ilman ominaisuuksia

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

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 ($2 \cdot 10 \text{ m}$) + ilman paine 1 bar = kokonaispaine 3 bar

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

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

Boylen laki

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

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2$$

- 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 jatkuu

Tämä mahdollistaa myös kaasumäärien laskemisen

- Kaasun määrä = pullonpaine * pullon tilavuus
 - ✓ $200 \text{ bar} * 12 \text{ litraa} = 2400 \text{ litraa}$

Sekä sen, paljonko kulutat sukellussyvydessä

- Kokonaispaine * pintailman kulutus = kaasun kulutus minuutissa
 - ✓ $3 \text{ bar} * 25 \text{ litraa} = 75 \text{ litraa} / \text{minuutissa}$

Sekä sen, kuinka kauan voit olla sukelluksissa

- Käytettävissä oleva kaasun määrä / kulutus = aika
 - ✓ $1800 \text{ litraa} / 75 \text{ litraa/min} = 24 \text{ minuuttia}$

Henryn laki

Dekompression ja sukeltajantaudin 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 sukeltajantaudin

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

Kertaus

Nyt te

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

Kysyttävää?
