

Sisältö

Johdanto	6
Ilmanpaine ja voima	7
Työ 1 Imukupit	8
Työ 2 Alipainematto	8
Työ 3 Täytettävä prisma	9
Työ 4 Paineakuula	9
Työ 5 Vesiraketti	10
Tehtävien ratkaisut	
Imukupit	11
Alipainematto	11
Täytettävä prisma	12
Paineakuula	12
Vesiraketti	12
Termodynamiikan lait	13
Työ 1 Boylen laki	14
Työ 2 Jäänsulatuslevyt	14
Työ 3 Ilmanpainepumppu	15
Työ 4 Polttosylinteri	16
Työ 5 Juoppolintu	16
Työ 6 Lämpövoimapropelli	17
Tehtävien ratkaisut	
Boylen laki	18
Jäänsulatuslevyt	18
Ilmanpainepumppu	19
Polttosylinteri	21
Juoppolintu	21
Lämpövoimapropelli	21
Energia	23
Työ 1 Autorata	24
Työ 2 Eulerin kiekko	24
Työ 3 Törmäävät teräskuulat	25
Työ 4 Radiometri	25
Työ 5 Magneettinen kiihdytin	26
Työ 6 Iloinen ja surullinen pallo	26
Työ 7 Popperi	27
Työ 8 Astroblaster	27
Tehtävien ratkaisut	
Autorata	28
Eulerin kiekko	28
Törmäävät teräskuulat	29
Radiometri	29
Magneettinen kiihdytin	29
Iloinen ja surullinen pallo	30
Popperi	30
Astroblaster	30
Värit	31
Työ 1 Spektroskooppi	32
Työ 2 Täytettävä prisma	32
Työ 3 Valosauva	33
Työ 4 Taskulamput ja värisuotimet	33
Työ 5 Värihyrrä	34
Tehtävien ratkaisut	
Spektroskooppi	35
Täytettävä prisma	35
Valosauva	35
Taskulamput ja värisuotimet	36
Värihyrrä	36

Resonanssi	37
Työ 1 Seisova aalto	38
Työ 2 Nuottiputket	38
Työ 3 Soivat sauvat	39
Työ 4 Soittorasias	39
Työ 5 Ääniputki	40
Tehtävien ratkaisut	
Seisova aalto	41
Nuottiputket	41
Soiva sauva	42
Soittorasias	42
Ääniputki	42
Noste	43
Työ 1 Vene ja punnus	44
Työ 2 Aurinkopussi	44
Työ 3 Monen tiheyden pullo	45
Työ 4 Sukeltaja pullossa	45
Työ 5 Galileon lämpömittari	46
Tehtävien ratkaisut	
Vene ja punnus	47
Aurinkopussi	47
Monen tiheyden pullo	47
Sukeltaja pullossa	48
Galileon lämpömittari	48
2D -liike	49
Työ 1 Putoamiskiihtyvyysslaite	50
Työ 2 Kuula-auto	50
Työ 3 Autorata	51
Työ 4 Raketti	52
Tehtävien ratkaisut	
Putoamiskiihtyvyysslaite	53
Kuula-auto	53
Autorata	53
Raketti	54
Pyörimismäärä	55
Työ 1 Pyörivä alusta	56
Työ 2 UFO	56
Työ 3 Powerball	57
Työ 4 Gyroskooppi	57
Työ 5 Ikihyrrä	58
Tehtävien ratkaisut	
Pyörivä alusta	59
UFO	60
Powerball	60
Gyroskooppi	60
Ikihyrrä	61
Magneettikenttä	63
Työ 1 Magneettikenttälevy	64
Työ 2 Kompassit	64
Työ 3 Magnaprobe	65
Työ 4 Levitron	65
Tehtävien ratkaisut	
Magneettikenttälevy	66
Kompassit	68
Magnaprobe	68
Levitron	68

Työ 1 Pyörivä alusta

Etenevässä suoraviivaisessa liikkeessä tutuksi tullut liikemäärän säilymislaki on yksi fysiikan perustavia lakeja. Pyörivässä liikkeessä liikemäärän lisäksi myös pyörimisen määrä säilyy. Seuraavaksi tutustutaan pyörimismäärän säilymiseen.



Työohje

- Ota punnukset molempiin käsiisi ja asetu seisomaan pyörivän alustan päälle.
- Levitä kätesi, minkä jälkeen joku saattaa sinut pyörivään liikkeeseen.
- Parin kierroksen jälkeen vedä kätesi lähelle vartaloasi.
- Ota seuraavaksi painava metallitanko käteesi ja pidä tankoa vaakatasossa. Pyörimisen aikana käännä tanko pystyyn.

- Miksi pyörimisnopeus muuttuu kokeessa, kun kädet vedetään lähelle vartaloasi?
- Miksi tangon kääntäminen pystysuuntaan pyörimisen aikana muuttaa pyörimisnopeutta?
- Selvitä, mikä on ristitulo ja miten kulmanopeus määritellään.

Työ 2 UFO

Eristetyssä systeemissä pyörimismäärä säilyy, jos kappaleeseen ei vaikuta ulkoisia momenteja. Pyörimismäärän säilymislain mukaan pyörivä liike ei synny tyhjästä.



Työohje

- Pidä kiinni ufosta ja käynnistä sen moottori.
- Tarkkaile mihin suuntaan roottorit pyörivät.
- Päästä ufosta irti ja tarkkaile roottorien pyörimissuuntaa.

- Miksi roottorit pyörivät eri suuntiin?
- Pyöriikö ufo?

Tehtävien ratkaisut

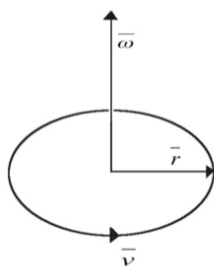
Pyörivä alusta

Kulmanopeus ω on vektorisuure, joka määritellään kiertymän φ muutoksena ajan muutoksen suhteen siten, että $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$.

Jos pyörivä taso on kohtisuorassa pyörimisakselia vastaan, voidaan kulmanopeusvektorin suunta määrittää oikean käden säännöllä.

Oikean käden peukalon suunta osoittaa kulmanopeusvektorin suunnan ja muut sormet tason pyörimissuunnan.

Minkä tahansa pyörivän tason massapisteen ratanopeus määritellään kulmanopeuden ja massapisteen ja akselin välisen etäisyyden eli pyörimissäteen ristitulona $\vec{v} = \omega \times \vec{r}$. Ristitulo lasketaan tarkemmin yhtälöstä $v = \omega r \sin\theta$, jossa kulma θ on vektoreiden ω ja $\vec{r}$ välinen kulma. Jos vektorit ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan kulman θ arvo on 90° ja $\sin\theta = 1$. Ratanopeuden lauseke voidaan kirjoittaa muotoon $v = \omega r$.



Vektoreiden suunnat saadaan oikean käden säännöllä.

Etusormi näyttää kulmanopeuden suunnan, keskisormi säteen suunnan ja peukalo osoittaa vektoreiden ristitulon eli ratanopeuden suunnan.

Pyörimismäärä L on vektorisuure, joka määritellään pyörimissäteen ja liikemäärän ristitulona $L = \vec{r} \times \vec{p}$ ja koska $\vec{p} = m\vec{v}$, voidaan kirjoittaa $L = m\vec{r} \times \vec{v}$. Lauseke kuvaa tason yksittäisen massapisteen pyörimismäärää. Jos pyörimissäde ja ratanopeus ovat toisiaan vastaan kohtisuorassa, voidaan pyörimismäärän lauseke kirjoittaa muotoon $L = mrv$. Koska myös kulmanopeus ja pyörimissäde ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan, voidaan kirjoittaa $L = mr^2\omega$. Jos tason kaikkien massapisteiden pyörimismäärät lasketaan yhteen, saadaan kappaleen pyörimismäärän lauseke $L = \sum mr^2\omega = J\omega$, jossa J on kappaleen hitausmomentti.

Pyörimismäärävektorin suunta on sama kuin kulmanopeusvektorilla. Pyörivä liike pyrkii jatkavuuden lain mukaisesti säilyttämään liiketilansa ja jatkamaan pyörimistä, jos mikään ulkoisen voiman momentti ei siihen vaikuta. Pyörimismäärän säilymlaki on yksi keskeisistä fysiikan peruslaeista energian säilymlain ja liikemäärän säilymlain rinnalla.

