

**LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“**



**KŪNŲ PUSIAUSVYRA.
PAPRASTIEJI MECHANIZMAI. SLĖGIS.
KŪNAI SKYSČIUOSE (DUJOSE)**

**I KURSO I TURO UŽDAVINIŲ SPRENDIMŲ METODINIAI
NURODYMAI**

**LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“**

Loreta Ragulienė

PAPRASTIEJI MECHANIZMAI

**I KURSO I TURO UŽDAVINIŲ SPRENDIMŲ METODINIAI
NURODYMAI**

**Metodinė priemonė
2014–2015 mokslo metai**

Šiauliai 2014

SVEIKINAME MOKSLEIVIUS, ĮSTOJUSIUS Į „FOTONO“ MOKYKLĄ!

Šiaulių universiteto jaunųjų fizikų mokykla „Fotonas“, siekianti padėti moksleiviams geriau pasirengti iš fizikos, ypatingą dėmesį skiria fizikos uždaviniams bei bandymams. Per ketverius metus reikės įveikti 11 turų (220 įvairių užduočių). Kiekviename ture bus po kelis eksperimentinius uždavinius, kuriems atlikti reikalingos nesudėtingos priemonės. Mokyklinio eksperimento priemonių prašykite savo fizikos mokytojo(s).

Geriausiai besimokantys fotoniečiai bus kviečiami į „Fotono“ vasaros stovyklą.

Tiems moksleiviams, kurie 4 metus reguliariai siųs uždavinių sprendimus, bus įteikti „Fotono“ mokyklos baigimo diplomai.

Už mokymąsi „Fotono“ mokykloje fotoniečiai turės mokėti 120 Lt (34.75 Eur)metinį mokesťį. .

Kad būtų lengviau tvarkyti apskaitą, skaičiuoti ir registruoti balus, „Fotono“ mokyklos taryba reikalauja atitinkamai įforminti sprendimus bei atsakymus. Kiekvienas fotonietis gauna atskirą nuolatinį šifrą.

Jūsų šifras „Fotono“ mokykloje yra

Sąsiuvinio viršelyje užrašykite savo šifrą, miestą (rajoną), mokyklą, klasę, vardą, pavardę, fizikos mokytojo(s) vardą, pavardę, pvz.:

55410 Šiaulių Dainų gimnazijos 9 klasės mokinio Marius Masalskio I kurso I turo uždavinių sprendimai Fizikos mokytoja Rasa Linkienė

Visus uždavinius spęskite iš eilės. Jei kuris nors uždavinys „nepasiduoda“, eilės tvarka užrašykite jo numerį ir ties juo padėkite brūkšnį. Tarp atskirų uždavinių palikite nedidelį tarpelį, o uždavinių numerius paryškinkite. Jei sprendimai netelpa viename sąsiuvinyje, rašykite kitame, prieš tai juos gerai koku nors būdu sutvirtinę.

Kiekvieno turo sprendimams įvertinti atskirame lape nubraižykite įskaitos lapą – standartinę lentelę. Viršutinėje lapo dalyje būtinai užrašykite savo vardą ir pavardę bei namų adresą. Likusioje dalyje nubrėžkite lentelę pagal pridėdamą pavyzdį

Šifras 55110	Marius Masalskis, Dvaro g. 5-50 78260 Šiauliai		
I turas		Įvertinimas	
Nr.	Atsakymai	Nr.	Atsakymai
1.		11.	
2.		12.	
3.		13.	
4.		14.	
5.		15.	
6.		16.	
7.		17.	
8.		18.	
9.		19.	
10.		20.	

Savo šifrą įrašykite į jam skirtą langelį. Atskiriems uždaviniams atskiruose langeliuose įrašykite skaitinius ir raidinius atsakymus. Grafinių ir žodinių atsakymų rašyti į langelius nereikia, parašykite „žr. sąsiuvinyje“.

- Sąsiuvinius su sprendimais siųskite paprastu, registruotu laišku arba el. paštu.
 - Neatsiuntusieji kurių nors dviejų iš eilės turų užduočių sprendimų be pateisinamos priežasties ir nesumokėję metinio mokesčio šalinami iš mokyklos be atskiro pranešimo.
 - Siųskite nevēluodami: už kiekvieną pavēluotą (pagal pašto žymą) dieną mažinsime balus.
- Dėl rimtų priežasčių (liga ar pan.) pavēluoti sprendimai bus priimami tik pateikus gydytojo/tėvų pažymą.

Kiekvienas turo uždavinys vertinamas „+“, „±“ ir „-“.

Kiekvieno turo pažymį lems balų skaičius (B) už visus to turo uždavinius pagal tokią schemą:

10 (<i>puikiai</i>),	kai	$B \geq 40$,
9 (<i>labai gerai</i>),	kai	$32 \leq B < 40$,
8 (<i>gerai</i>),	kai	$24 \leq B < 32$,
7 (<i>vidutiniškai</i>),	kai	$16 \leq B < 24$,
6 (<i>patenkinamai</i>),	kai	$12 \leq B < 16$,
5 (<i>pakankamai</i>),	kai	$10 \leq B < 12$,
4 (<i>silpnai</i>),	kai	$8 \leq B < 10$.

Atitinkamas įvertinimas bus įrašytas „Fotono“ mokyklos baigimo diplome.

Mokiniai, darbus siūsdami el. paštu, turi laikytis tokių reikalavimų:

1. Darbus siūsti viename dokumente, kurio pavadinime būtų ir Jūsų šifras. Darbo titulinis lapas – tai, kas reikalaujama rašyti ant sąsiuvinio viršelio.
2. Sudėtingesni sprendimai, grafikai, brėžiniai, formulės ir pan. gali būti skanuotos nuo rankraščio.

Uždavinių sprendimų išsiuntimo terminai:

- I turas – **2014-12-01**,
- II turas – **2015-02-20**,
- III turas – **2015-04-25**.

Sąsiuvinius su sprendimais siūskite adresu: „Fotonui“
Šiaulių universitetas
P. Višinskio g. 19
76156 Šiauliai

„Fotono“ mokykla:
tel./faks. (8 41) 59 57 24
El. pašto adresas fotonas@fm.su.lt
Interneto puslapis: www.fotonas.su.lt

I kurso kuratorė Nijolė Kardelienė
El. pašto adresas nijole@fotonas.su.lt

LINKIME SĖKMĖS!
„Fotono“ taryba

I TURAS

KŪNU PUSIAUSVYRA. PAPRASTIEJI MECHANIZMAI. SLĖGIS. KŪNAI SKYSČIUOSE (DUJOSE)

Prieš pradėdami spręsti I turo uždavinius, pakartokite VIII klasės atitinkamas temas. Šias temas galite rasti ir „Fotono“ interneto svetainėje www.fotonas.su.lt. Ieškoti: mokomųjų programų svetainės.

Metodiniai nurodymai

I. Kūnų pusiausvyra

Momentų pusiausvyra

Kūną veikiančių jėgų pusiausvyra, kai kūnas gali sukis apie nejudamą ašį, vadinama *momentų pusiausvyra*.

Ant ašies O stovė įtvirtintas skritulys. Dviejose vietose pakabinti pasvarai, o prie vieno taško – dinamometras. Pajudintas skritulys pasvyruoja ir nurimsta (1.1 pav.).

Jėgos poveikis galinčiam sukis kūnui priklauso ne tik nuo jėgos krypties, modulio ir veikimo taško, bet dar nuo vieno dydžio – jėgos peties.

Jėgos petys – trumpiausias atstumas nuo kūno sukimosi ašies iki jėgos veikimo tiesės. Jėgos petys randamas iš sukimosi ašies O nuleidus statmenį į jėgos veikimo tiesę (l_1, l_2, l_3 – 1.1 pav.).

Jėgos momentas yra jėgos modulio ir peties sandauga:

$$M = F\ell.$$

Jo matavimo vienetas $[M] = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ Nm}$, niutonmetras.

Jėgų momentai $F_1 l_1$ ir $F_3 l_3$ suka skritulį prieš laikrodžio rodyklės kryptį, jėgos momentas $F_2 l_2$ – pagal rodyklės kryptį. Susidaro pusiausvyra.

Momentų pusiausvyros sąlyga

$$F_1 l_1 + F_3 l_3 = F_2 l_2.$$

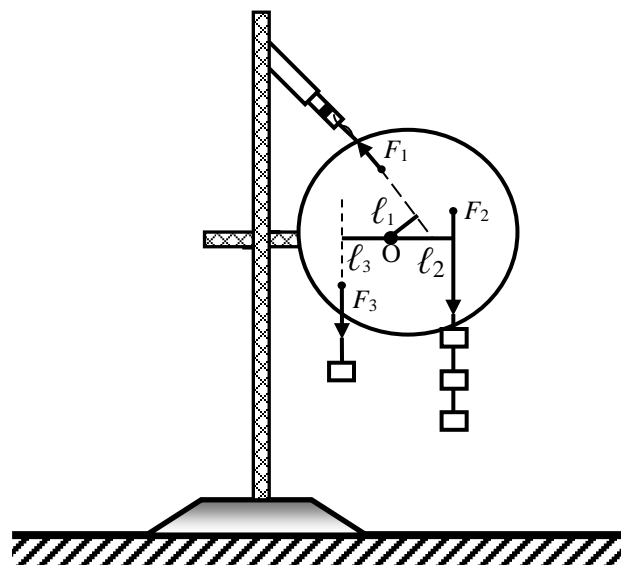
Kūnas, galintis sukis apie nejudamą ašį, yra pusiausviris, kai jėgų momentų, sukančių kūną laikrodžio rodyklės kryptimi, suma lygi jėgų momentų, sukančių jį priešinga kryptimi, sumai.

Momentų pusiausvyros sąlygą galima užrašyti ir taip:

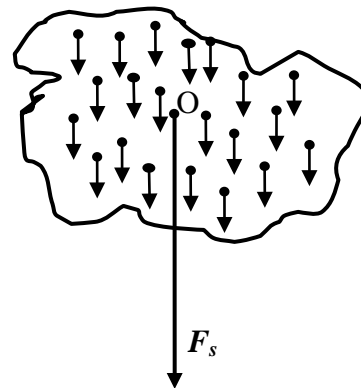
$$F_1 l_1 + F_3 l_3 - F_2 l_2 = 0.$$

Masės (sunkio) centras

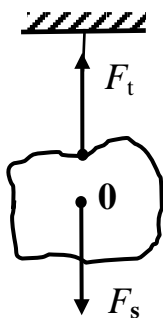
Kūną veikiančių lygiagrečių jėgų atstojamosios pavyzdys yra kūno atskirų dalių sunkio jėgų atstojamoji – sunkio jėga F_s (1.2 pav.). Sunkio jėgos F_s veikimo taškas O yra kūno **sunkio arba masės centras**.



1.1 pav.



1.2 pav.



1.3 pav.

Pakabinkime kūną gumine virvute (1.3 pav.). Pasvyravęs kūnas nurims. Jį veikia vertikaliosios dvi priešingų krypčių jėgos: sunkio jėga F_s ir virvutės tamprumo jėga F_t . Jų moduliai lygūs, todėl atstojamoji jėga lygi nuliui:

$$F_s - F_t = 0.$$

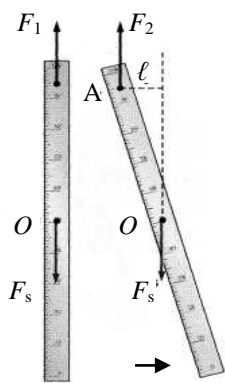
Norint rasti plokštelės sunkio (masės) centrą, reikia ją pakabinti siūlu keliose vietose, siūlo kryptimi nubrėžti plokštelėje vertikalias linijas. Jų susikirtimo taškas ir bus sunkio centras. Jei kūnas neplokščias (pvz., bulvė), reikia siūlo kryptimis perdurti bulvę adatomis. Jų susikirtimo taškas bus sunkio (masės) centras.

Kūnų pusiausvyra būna trejopa: **pastovioji, nepastovioji ir beskirtė**.

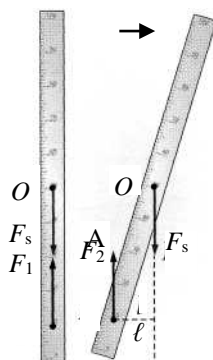
Kūno su įtvirtinta sukimosi ašimi pusiausvyra **pastovi**, kai jo sunkio centras O yra žemiau sukimosi ašies A (1.4 pav.).

Kūno su įtvirtinta sukimosi ašimi pusiausvyra **nepastovi**, kai jo sunkio centras O yra aukščiau sukimosi ašies A (1.5 pav.).

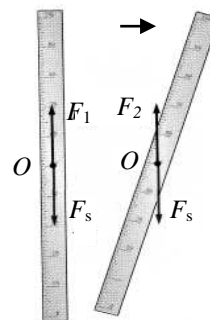
Kūno su įtvirtinta sukimosi ašimi pusiausvyra **beskirtė**, kai sukimosi ašis eina per sunkio centrą O (1.6 pav.).



1.4 pav.



1.5 pav.

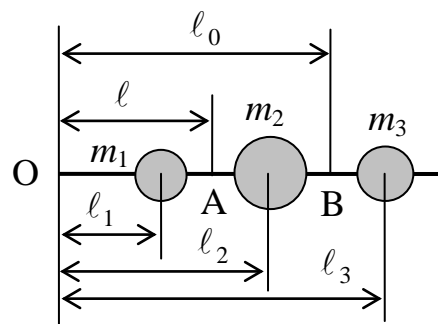


1.6 pav.

1 pavyzdys

Ant plono nesvaraus strypo užmauti trys skirtingų masių m_1 , m_2 , m_3 rutuliai. Pirmojo rutulio centras nuo strypo galo O nutolęs atstumu ℓ_1 , antrojo – ℓ_2 , trečiojo – ℓ_3 . Raskite sistemos masės centrą.

ℓ_0	m_1
	m_2
	m_3
	ℓ_1
	ℓ_2
	ℓ_3



1.7 pav.

Pirmiausia surasime pirmųjų dviejų rutulių sistemos masės centrą. Jo taškas A dalys atstumą $\ell_2 - \ell_1$ į dalis, atvirkščiai proporcingas masėms m_1 ir m_2 . Pažymėkite jį atstumu ℓ (1.7 pav.).

Pagal momentų taisyklę:

$$m_1 g (\ell - \ell_1) = m_2 g (\ell_2 - \ell).$$

Tada

$$\frac{l - l_1}{l_2 - l} = \frac{m_2}{m_1}. \quad (1)$$

Iš čia

$$l = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2}{m_1 + m_2}. \quad (2)$$

Tarkim, pirmųjų dviejų rutulių ($m_1 + m_2$) masės centro taške A sukongcentruota masė m . Ieškosime sistemos m ir m_3 masės centro, kuris nuo taško O bus nutolęs atstumu l_0 . Momentų taisyklė taškui B:

$$m_3 g (l_3 - l_0) = m g (l_0 - l).$$

Iš čia

$$l_0 = \frac{m l + m_3 l_3}{m + m_3}. \quad (3)$$

I (3) įrašę l ir m reikšmes gausime

$$l_0 = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + m_3 l_3}{m_1 + m_2 + m_3}.$$

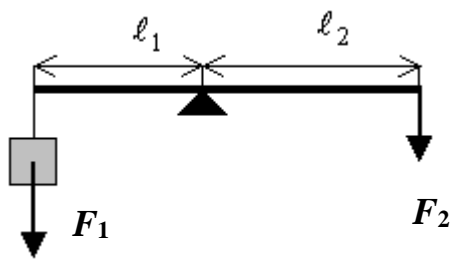
Esant bet kokiam rutulių skaičiui tiktų formulė:

$$l_0 = \frac{\sum_1^n m_i l_i}{\sum_1^n m_i}.$$

II. P a p r a s t i e j i m e c h a n i z m a i

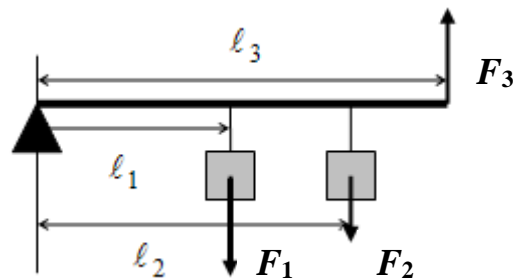
Mokykloje susipažinote su šiais **paprastaisiais mechanizmais**: svirtu, skridiniu, skryščiais, nuožulniaja plokštuma.

Svertas – kietasis kūnas, kuris jėgų veikiamas gali pasisukti apie atramos tašką (1.8 pav., 1.9 pav.).



1.8 pav.

$$F_1 l_1 = F_2 l_2, \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}.$$



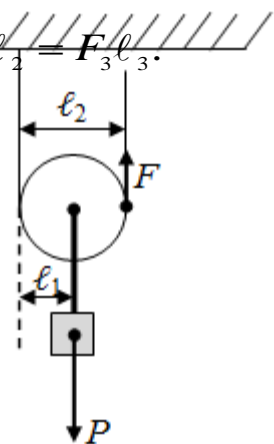
1.9 pav.

$$F_1 l_1 + F_2 l_2 = F_3 l_3.$$

Svertas yra pusiausviris tada, kai jį veikiančios jėgos yra atvirkščiai proporcingos jų pečiams.

Svirtu:

- laimima jėgos,
- pralaimima kelio,
- nelaimima darbo.



1.10 pav.

Skridinys – ant ašies užmautas nedidelis ratas su grioveliu virvei, lynui ar grandinei permesti.

Kilnojamasis skridinys – tai toks skridinys, kurio ašis kyla arba leidžiasi kartu su krovinium (1.10 pav.).

Į skridinio sunkį neatsižvelgiant, teigiant, kad paties skridinio sunkio jėga yra maža, palyginti su pasvaro svoriu, galima užrašyti, kad

$$P l_1 = F l_2;$$

čia l_1 – skridinio spindulys, l_2 – skridinio skersmuo.

Kadangi

$$l_2 = 2 l_1,$$

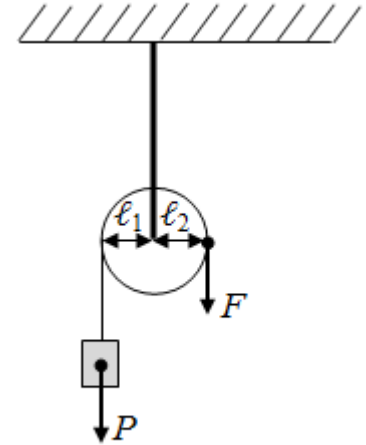
tai

$$F = \frac{P}{2}.$$

Kilnojamuoju skridiniu **laimime dvigubai jėgos**, bet tiek pat kartų pralaimime kelio, kai nėra jėgų pasipriešinimo ir nepaisome skridinio masės.

Kilnojamuoju skridiniu:

- laimima jėgos,
- pralaimima kelio,
- nelaimima darbo.



1.11 pav.

Nekilnojamasis skridinys – toks skridinys, kurio ašis, keliant krovinis, nekyla ir nesileidžia (1.11 pav.). Nekilnojamąjį skridinį galima laikyti lygiapečiu svirtu.

$$P l_1 = F l_2.$$

Kadangi $l_1 = l_2$, tai ir

$$P = F.$$

Nekilnojamuoju skridiniu:

- nelaimima jėgos,
- keičiama jėgos veikimo kryptis,
- nelaimima kelio,
- nelaimima darbo.

Skrysciai – krovinų kėlimo įrenginys, sudarytas iš kilnojamųjų ir nekilnojamųjų skridinių.

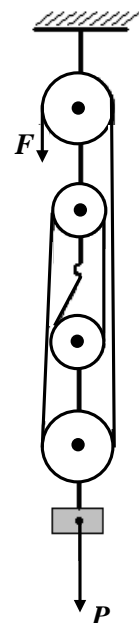
Jei skryscius sudaro n kilnojamųjų skridinių, tai kroviniai kelti reikia $2n$ kartų mažesnės jėgos, negu krovinio svoris.

Jei sistema sudaryta iš dviejų kilnojamųjų skridinių ir dviejų nekilnojamųjų skridinių (1.12 pav.), tai jėgos laimime keturis kartus:

$$F = \frac{P}{4}.$$

Nuožulnioji plokštuma – plokštuma, sudaranti smailųjį kampą su gulsčiąja plokštuma.

Apskaičiuokime darbą, reikalingą m masės ritinėliui pakelti į aukštį h (1.13 pav.). Trinties jėgos nepaisome. Ritinėlių galima kelti stačiai aukštyn arba traukti nuožulniąja plokštuma.



1.12 pav.

Darbas, atliktas ritinėliui pakelti stačiai į aukštį h :

$$A_1 = F h.$$

Tą patį ritinėlį traukiant nuožulniauja plokštuma į aukštį h , darbas:

$$A_2 = F \ell.$$

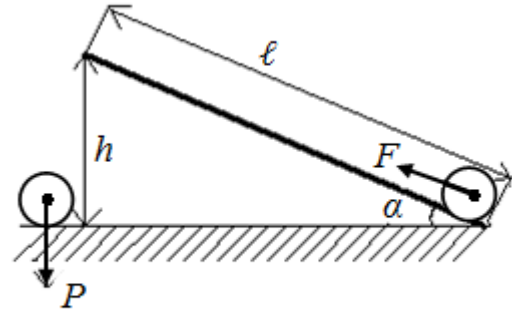
Darbas (nepaisant trinties)

$$A_1 = A_2,$$

todėl

$$P h = F \ell,$$

$$\frac{P}{F} = \frac{\ell}{h}.$$



1.13 pav.

Kroviniui kelti nuožulniauja plokštuma, kai nėra trinties, reikia tiek kartų mažesnės jėgos, kiek kartų plokštumos ilgis didesnis už jos aukštį.

Nė vienu mechanizmu nelaimima darbo.

Auksinė mechanikos taisyklė: kiek kartų laimime jėgos, tiek kartų pralaimime kelio.

Keliant krovinį paprastaisiais mechanizmais tenka nugalėti trintį. Todėl visas nuveiktas darbas yra didesnis už darbą tik kroviniui pakelti.

Naudingumo koeficientas:

$$\eta = \frac{A_n}{A_v} \cdot 100\% ;$$

čia A_n – naudingas darbas, A_v – visas darbas.

2 pavyzdys

Prie $L = 0,9$ m ilgio ir $m = 2$ kg masės gulsčio strypo galų pakabinti du kroviniai: kairėje pusėje $m_1 = 1$ kg, o dešinėje – $m_2 = 3$ kg. Koku atstumu nuo m_2 krovinio reikia paremti strypą, kad sistema būtų pusiausvira?

ℓ	$L = 0,9$ m $m = 2$ kg $m_1 = 1$ kg $m_2 = 3$ kg
--------	-----------------------------------------------------------

Sužymime strypą veikiančias jėgas ir pažymime atramos tašką O (1.14 pav.).

Užrašome momentų

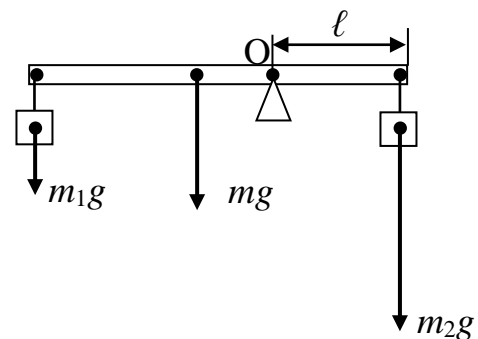
taisyklę taškui O:

$$m_1 g(L - \ell) + m g\left(\frac{L}{2} - \ell\right) = m_2 g \ell.$$

Iš čia atramos taško atstumas ℓ :

$$\ell(m + m_1 + m_2) = L\left(\frac{1}{2}m + m_1\right),$$

$$\ell = \frac{L\left(\frac{m}{2} + m_1\right)}{m + m_1 + m_2},$$



1.14 pav.

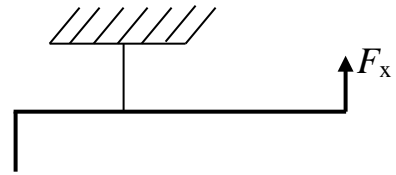
$$\ell = \frac{L(m + 2m_1)}{2m + m_1 + m_2}.$$

Apskaičiavus $\ell = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$.

Atsakymas: $\ell = 0,3 \text{ m}$.

3 pavyzdys

$m = 200 \text{ g}$ masės vienalytis tiesus vielos gabalas, siūlu pakabintas prie stovo, yra pusiausvyra. Kairysis vielos gabalas per vidurį sulenkiamas taip, kad jis sudaro statųjį kampą su kita vielos dalimi (1.15 pav.). Kokia jėga reikia veikti dešinįjį vielos galą, norint atstatyti vielos pusiausvyrą?



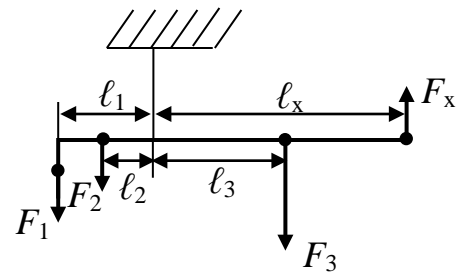
1.15 pav.

F_x	$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$
-------	----------------------------------------------------------------

Sužymime vielos gabalą veikiančias jėgas ir jų pečius (1.16 pav.).

Užrašome jėgų momentų taisyklę:

$$F_1 \ell_1 + F_2 \ell_2 + F_x \ell_x = F_3 \ell_3.$$



1.16 pav.

Vielos ilgį pažymėkime ℓ , jos svorį P . Tada lygtį galime perrašyti taip:

$$\frac{P}{4} \cdot \frac{\ell}{4} + \frac{P}{4} \cdot \frac{\ell}{8} + F_x \frac{\ell}{2} = \frac{P}{2} \cdot \frac{\ell}{4}.$$

Išsprendę šią lygtį gauname:

$$F_x = \frac{1}{16} P.$$

Vielos svoris $P = mg$, todėl

$$F_x = \frac{1}{16} mg.$$

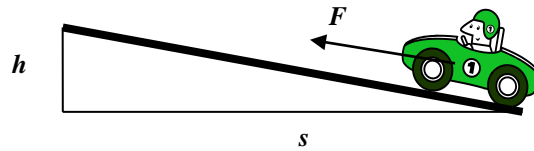
Apskaičiavus $F_x = 0,125 \text{ N}$.

Atsakymas: $F_x = 0,125 \text{ N}$.

4 pavyzdys

Ant estakados, kurios pagrindo ilgis $s = 6$ m, aukštis $h = 1,5$ m, tempiamas $m = 1500$ kg masės automobilis (1.17 pav.). Kokia jėga F reikia tempti automobilį, jeigu nuožulniosios plokštumos naudingumo koeficientas $\eta = 30\%$?

F	$s = 6$ m $h = 1,5$ m $m = 1500$ kg $\eta = 30\% = 0,3$ $g = 9,8$ m/s ²
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------



1.17 pav.

Nuožulniosios plokštumos naudingumo koeficientas

$$\eta = \frac{A_n}{A_v}; \quad (1)$$

čia A_n – naudingas darbas, A_v – visas darbas.

Naudingas darbas:

$$A_n = m g h; \quad (2)$$

visas darbas:

$$A_v = F \ell. \quad (3)$$

(2) ir (3) lygtį įrašę į (1), išreiškiame tempimo jėgą:

$$F = \frac{m g h}{\eta \ell},$$

čia estakados ilgis

$$\ell = \sqrt{s^2 + h^2}.$$

Todėl

$$F = \frac{m g h}{\eta \sqrt{s^2 + h^2}}.$$

Apskaičiavus $F = 11884$ N = 11,9 kN.

Atsakymas: $F = 11,9$ kN.

III. S l ė g i s

Kietųjų kūnų slėgis

Fizikinis dydis, lygus jėgos ir jos statmenai veikiamo paviršiaus ploto santykiui, vadinamas slėgiu.

$$p = \frac{F}{S}.$$

Slėgio veikimas priklauso ne tik nuo jėgos didumo, bet ir nuo paviršiaus, kurį ji statmenai slekia, ploto. Norint sumažinti slėgį pakanka padidinti veikiamo paviršiaus plotą. Norint kietiesiems kūnams padidinti slėgį – plotą reikia sumažinti.

Slėgis p matuojamas paskaliais. $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

Jėga, dėl kurios poveikio slegiamas tam tikras paviršius, vadinama slėgio jėga.

$$F = p S.$$

Kietieji kūnai perduoda išorinį slėgį jėgos veikimo kryptimi.

Skysčių ir dujų slėgis

Skysčiai ir dujos perduoda išorinį slėgį visomis kryptimis vienodai (**Paskalio dėsnis**).

Dujų slėgis į indo sienelės tuo didesnis, kuo dažniau molekulės susiduria su sienele. *Sumažėjus tos pačios masės dujų tūriui, jų slėgis padidėja, o tūriui padidėjus, slėgis sumažėja ($m = \text{const}$).*

Kaitinamų dujų molekulių judėjimo greitis didėja. Tos pačios masės bei pastovaus tūrio dujos slegia tuo labiau, kuo aukštesnė jų temperatūra.

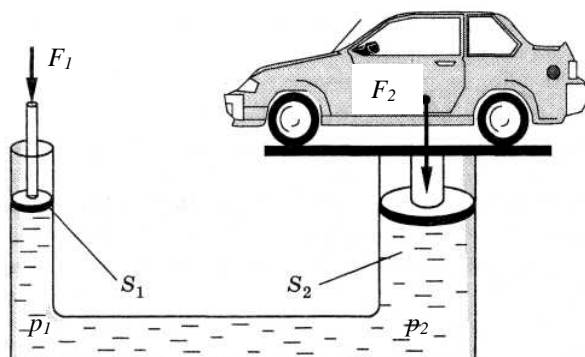
Paskalio dėsniu pagrįstas hidraulinių presų veikimas (1.18 pav.).

$$p_1 = p_2,$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2},$$

tada

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{F_1}{F_2}.$$



1.18 pav.

Hidraulinio preso stūmoklių veikiančios jėgos tiesiog proporcingos jų plotams. Kiek kartų vieno stūmoklio plotas didesnis už kito, tiek pat kartų hidrauliniu presu laimima jėgos.

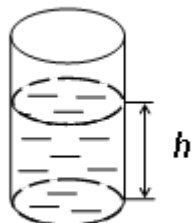
Skysčio slėgis į indo dugną priklauso nuo skysčio stulpelio aukščio h ir skysčio tankio ρ , bet nepriklauso nuo indo dugno ploto (1.19 pav):

$$p = \rho g h.$$

Vidutinė jėga, kuria skystis veikia plokščią šoninę indo sienelę, lygi

$$F_{\text{vid}} = p_s S;$$

čia p_s – skysčio slėgis (skysčio sunkio centro gylyje), S – sienelės paviršiaus plotas.

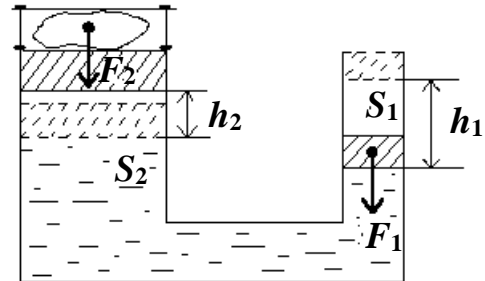


1.19 pav.

5 pavyzdys

Hidraulinio preso mažasis stūmoklis, veikiamas $F_1 = 500$ N jėgos, nusileidžia $h_1 = 0,2$ m, o didysis stūmoklis pakyla $h_2 = 0,01$ m (1.20 pav.). Stūmokliai nesvarūs. Kokia jėga presas veikia slegiamą kūną, esantį ant didžiojo stūmoklio?

F_2	$F_1 = 500$ N
	$h_1 = 0,2$ m
	$h_2 = 0,01$ m



1.20 pav.

Jėgos F_1 slėgis

$$p = \frac{F_1}{S_1};$$

čia S_1 – mažojo stūmoklio pagrindo plotas.

Pagal Paskalio dėsnį toks pat slėgis veiks didįjį stūmoklį. Todėl didįjį stūmoklį veikianti jėga F_2 :

$$F_2 = p S_2,$$

$$F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}. \quad (1)$$

Kadangi skystis nespūdus, tai

$$V_1 = V_2,$$

$$S_1 h_1 = S_2 h_2. \quad (2)$$

Iš (1) ir (2) lygties gauname, kad

$$F_2 = F_1 \frac{h_1}{h_2}.$$

Atsakymas: $F_2 = 10$ kN.

IV. K ū n a i s k y s č i u o s e (d u j o s e)

Kiekvieną kūną, panardintą skystyje (dujose), veikia jėga, kuri stumia kūną aukštyn ir lygi kūno išstumto skysčio (dujų) svoriui. Ši jėga vadinama **Archimedo jėga**.

$$F_A = \rho_s g V;$$

čia ρ_s – skysčio (dujų) tankis, V – panardinto kūno (arba panirusios kūno dalies) tūris.

Kūnas skęsta skystyje (1.22 pav.), kai

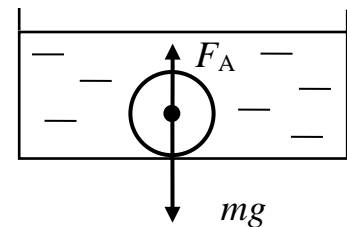
$$m g > F_A,$$

$$m g > \rho_s g V,$$

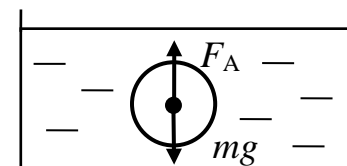
$$\rho_k > \rho_s.$$

ρ_k – kūno tankis, kai kūnas vienalytis.

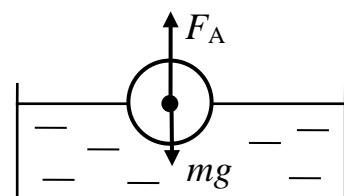
Kūnas pasinėręs skystyje (1.23 pav.), kai



1.21 pav.



1.22 pav.



1.23 pav.

$$m g = F_A,$$

$$m g = \rho_s g V,$$

$$\rho_k = \rho_s,$$

kai kūnas vienalytis.

Kūnas kyla į skysčio paviršių (1.24 pav.), kai

$$m g < F_A,$$

$$m g < \rho_s g V,$$

$$\rho_k < \rho_s,$$

kai kūnas vienalytis.

6 pavyzdys

Į indą įpilta gyvsidabrio ir virš gyvsidabrio alyvos. Į indą įdėtas rutulys plaukioja taip, kad pusė jo panardinta gyvsidabryje, kita pusė alyvoje. Koks rutulio medžiagos tankis? Iš kokios medžiagos pagamintas rutulys? Alyvos tankis $\rho_1 = 900 \text{ kg/m}^3$, gyvsidabrio tankis $\rho_2 = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

ρ	$\rho_2 = \rho_1 = 900 \text{ kg/m}^3$ $13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
--------	----------------------------------------------------------------------------

Pagal Archimedo dėsnį, plaukiojančio rutulio svoris yra lygus išstumtų skysčių svoriui:

$$m g = m_1 g + m_2 g ;$$

čia m – rutulio masė, m_1 – išstumtos alyvos masė, m_2 – išstumto gyvsidabrio masė.

$$m = m_1 + m_2.$$

Mases išreiškę per tankius ir tūrius gauname, kad

$$\rho V = \rho_1 \frac{V}{2} + \rho_2 \frac{V}{2};$$

čia V – rutulio tūris.

$$\rho = \frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2);$$

Apskaičiavus $\rho = 7250 \text{ kg/m}^3$.

Atsakymas: $\rho = 7250 \text{ kg/m}^3$. Rutulys pagamintas iš alavo.

7 pavyzdys

Vienoje svarstyklių lėkštelėje padėtas $m_1 = 105 \text{ g}$ sidabro gabalas, o kitoje – $m_2 = 130 \text{ g}$ stiklo gabalas. Kuri lėkštelė nusvirs žemyn, jei svarstyklės panardinsime į vandenį? Sidabro tankis $\rho_1 = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, stiklo – $\rho_2 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, vandens tankis $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

$\frac{F_{A1}}{F_{A2}}$	$m_1 = 105 \text{ g} = 0,105 \text{ kg}$ $m_2 = 130 \text{ g} = 0,130 \text{ kg}$ $\rho_1 = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $\rho_2 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $\rho_0 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Svarstyklės panardinus į vandenį, nusvers ta lėkštelė, kurią veiks mažesnė keliamoji jėga. Pagal Archimedo dėsnį keliamoji jėga į sidabro gabalą:

$$F_{A1} = \rho_0 g V_1;$$

čia V_1 – sidabro tūris, o į stiklo gabalą

$$F_{A2} = \rho_0 g V_2;$$

čia V_2 – stiklo tūris.

Tūriai atitinkamai lygūs:

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}, \quad V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}.$$

Archimedo jėgų santykis

$$\frac{F_{A1}}{F_{A2}} = \frac{\rho_0 g V_1}{\rho_0 g V_2} = \frac{m_1 / \rho_1}{m_2 / \rho_2} = \frac{m_1 \rho_2}{\rho_1 m_2}.$$

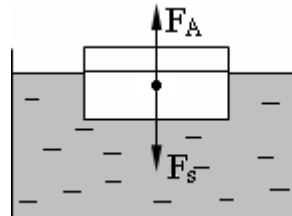
Apskaičiavus, $F_{A1}/F_{A2} = 0,19$ arba $F_{A2}/F_{A1} = 5,27$.

Atsakymas: keliamoji jėga mažesnė sidabro gabalo, todėl nusvirs žemyn lėkštelė su sidabru.

8 pavyzdys

Vandenyje plaukioja $h = 30$ cm storio ir $S = 3$ m² ploto ledo lytis. Pavaizduokite ir apskaičiuokite ledo lytį veikiančias jėgas. Ledo tankis $\rho_l = 900$ kg/m³, vandens tankis $\rho_v = 1000$ kg/m³. Raskite panirusios dalies tūrį. Kuri ledo lyties dalis yra panirusi?

F_A	$h = 30$ cm = 0,3 m
V_p	$S = 3$ m ³
V_p	$\rho_l = 900$ kg/m ³
V	$\rho_v = 1000$ kg/m ³
	$g = F_s$
	10 m/s ²



1.24 pav.

Ledo lytį veikia aukštyn nukreipta Archimedo jėga F_A ir žemyn nukreipta sunkio jėga F_s (1.25 pav.). Kadangi ledo lytis plūduriuoja, tai šios abi jėgos yra lygios.

Sunkio jėgą randame:

$$F_s = m g.$$

Ledo lyties masė bus:

$$m = \rho_l V,$$

čia ledo lyties tūris:

$$V = S h.$$

Todėl

$$F_s = 8100$$
 N.

$$F_s = F_A = 8100$$
 N.

Iš Archimedo jėgos formulės:

$$F_A = \rho_v V_p g,$$

čia V_p – panirusios ledo dalies tūris.

Išsireiškiamo:

$$V_p = \frac{F_A}{\rho_v g}.$$

$$V_p = 0,81$$
 m³.

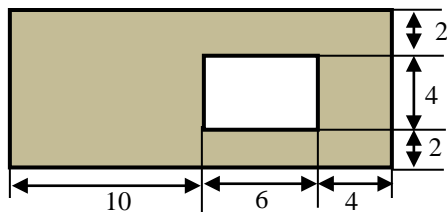
Apskaičiuojame panirusios dalies ir visos ledo lyties tūrio santykį:

$$\frac{V_p}{V} = \frac{9}{10}.$$

Atsakymas: $F_s = F_A = 8100 \text{ N}$, $V_p = 0,81 \text{ m}^3$, $V_p/V = 0,9$.

I TURO UŽDUOTYS

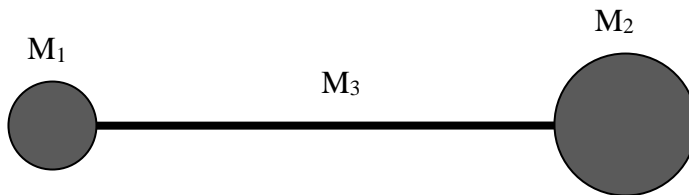
1. Nustatykite, kur yra vienalytės plokštelės su išpjova sunkio centras. 1 pav. pateikti plokštelės matmenys centimetrais.



1 pav.

2. Ant vienalytės stačiakampės 400 N svorio plokštės, kurios matmenys 120 cm × 70 cm, uždėtas 120 N krovinys 40 cm atstumu nuo trumpesnės plokštės kraštinės. Krovinio atstumas nuo abiejų ilgesniųjų plokštės kraštinių yra vienodas. Kokiomis jėgomis plokštė spaudžia keturias jos viršūnėse esančias atramas?

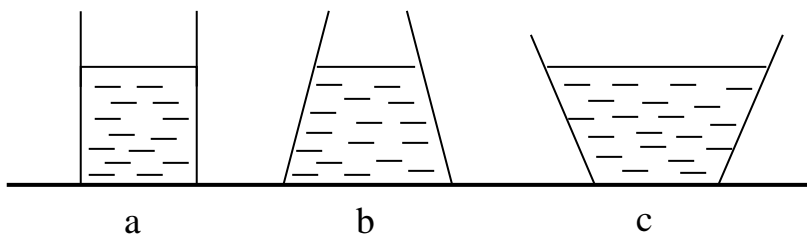
3. Du rutuliai, kurių masės $M_1 = 3$ kg ir $M_2 = 5$ kg, sujungti $M_3 = 2$ kg masės strypu. Kur yra šios sistemos masės centras, jeigu pirmojo rutulio spindulys $R_1 = 5$ cm, antrojo $R_2 = 7$ cm, strypo ilgis $l = 30$ cm.



3 pav.

4. Svertas yra pusiausviris, kai didesnės jėgos veikimo taškas yra toliau nuo atramos taško, negu mažesnės jėgos veikimo taškas. Nubraižykite ir paaiškinkite tokio sverto veikimą.

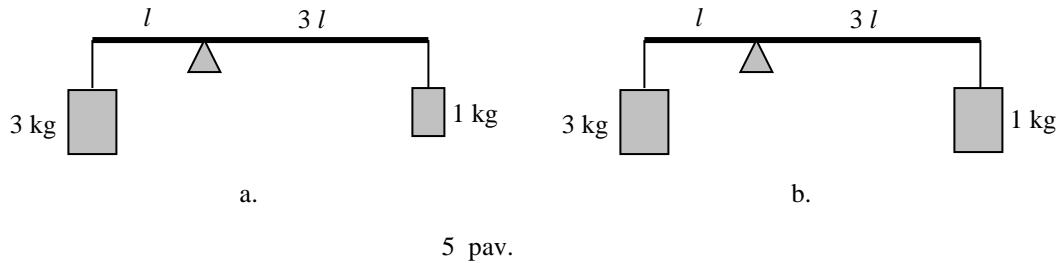
5. Skystis yra šildomas įvairios formos induose. Kaip pasikeis slėgis į indo dugną, jei indas yra: a) cilindrinis (4 pav., a), b) susiaurintas viršuje (4 pav., b), c) susiaurintas apačioje (4 pav., c)?



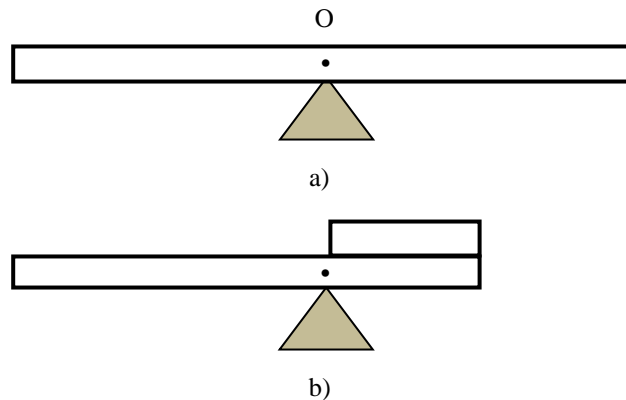
4 pav.

6. Paaiškinkite, kaip veikia medicininė taurė. Kad „pastatytume“ medicininę taurę, turime turėti lazdelę, vatos, spirito, degtukų.

7. Du svertai yra pusiausviri (5 pav.). Ant pirmojo sverto (a) galų prikabinti du skirtingos masės 3 kg ir 1 kg kroviniai pagaminti iš tos pačios medžiagos. Ant antrojo sverto (b) galų – du skirtingos masės 3 kg ir 1 kg, tačiau vienodo tūrio kroviniai. Kaip pakis svertų pusiausvyra krovinius panardinus į vandenį?



8. Vienalytė l ilgio ir P svorio sija yra pusiausvyroje parėmus ją ties masės centru (6a pav.). Ketvirtį sijos atpjovė ir uždėjo ant sutrumpėjusio sijos galo (6b pav.). Ar išliks pusiausvyra? Jei pusiausvyra neišliks, tai kur ir kokia jėga reikia veikti siją, norint atstatyti pusiausvyrą?



9. Iš vienalyčio medinio strypo, kurio svoris $P = 400 \text{ N}$ ir ilgis $l = 8 \text{ m}$, padaryta šulinio svirtis. Svirties ašis įtaisyta $d = 3 \text{ m}$ atstumu nuo balastinio galo B (7 pav.). Koks turi būti balasto svoris F , kad atsvertų kibirą su vandeniu, kurio masė $m = 10 \text{ kg}$?



10. Du vyrai neša $l = 2,5 \text{ m}$ ilgio metalinį strypą užsidėję sau ant pečių. Pirmasis vyras ant pečių pasidėjęs strypo galą, o antrasis – $l_1 = 1 \text{ m}$ atstumu nuo strypo kito galo. Kiek kartų slėgio jėga į antrojo vyro pečius didesnė už pirmojo?

11. Ką lengviau laikyti vandenyje – plytą ar tokios pat masės geležies gabalą?

12. Kur laivas giliau grimzta – gėlame ar jūros vandenyje?

13. Indas su oru sveria $P_1 = 1,23$ N, užpildytas anglies dioksido jis sveria $P_2 = 1,24$ N, o su vandeniu – $P_3 = 11,03$ N. Koks anglies dioksido tankis ρ_2 , indo tūris V_0 ir indo svoris P_0 ? Oro tankis $\rho_1 = 1,29$ kg/m³, vandens – $\rho_3 = 1000$ kg/m³.

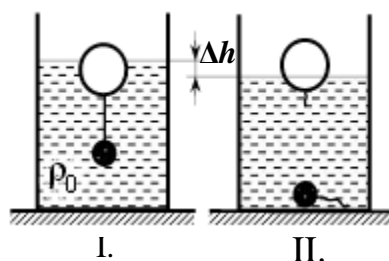
14. *Eksperimentinė užduotis.* Turite: aritmetinio popieriaus lapą, žirkles, jautrias svarstyklės arba dinamometrą. Apskaičiuokite 1 cm² kvadratėlio slėgį (Pa) į delną.

15. 1648 m. Blezas Paskalis (Pascal) miesto centre įrengė barometrus su vandeniu ir vynu. Į kokį aukštį pakilo vanduo ir vynas, kai atmosferos slėgis normalus? Vandens tankis $\rho_1 = 1000$ kg/m³, vyno – $\rho_2 = 950$ kg/m³.

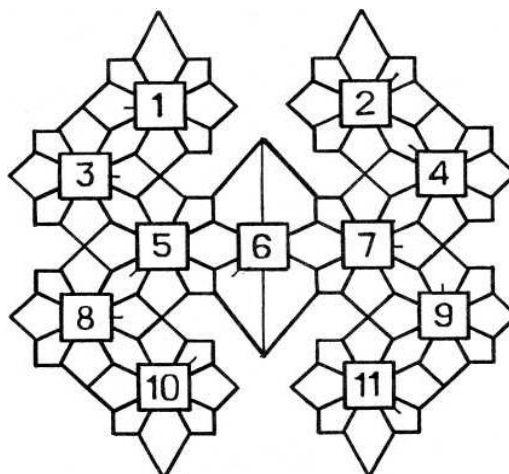
16. Kaip byloja sena legenda, Archimedas (287–212 m. prieš Kr.), paprašytas Sirakūzų valdovo Herono, ištyrė, ar pagaminta valdovo karūna yra iš gryno aukso. Žinant, kad auksakalys sukčiavo ir karūnoje sumaišė auksą ir sidabrą, turint dinamometrą ir indą su vandeniu nustatyti, kiek aukso ir kiek sidabro yra karūnoje. Aukso tankis ρ_1 , sidabro – ρ_2 , vandens – ρ_0 . Tarkime, kad sulydant metalus jų tūris nekinta.

17. Sveriant ore kūną, kurio tūris $V = 500$ cm³, svarstyklių pusiausvyra gauta padėjus $m_1 = 440$ g masės varinius svarelius. Koks tikrasis kūno svoris? Ar tiksliai sverta? Vario tankis $\rho_1 = 8,9 \cdot 10^3$ kg/m³, oro tankis $\rho_0 = 1,29$ kg/m³.

18. Į cilindrinį $S = 70$ cm² skersmens stiklinį indą įpilta skysčio, kurio tankis $\rho_0 = 1200$ kg/m³. Skystyje plaukioja plūdė, prie kurios apačios nesvarių siūlu pririštas $m = 100$ g masės svarelis. Svarelis dugno neliečia. Siūlas nukerpamas ir svarelis nukrenta ant indo dugno. Tuomet skysčio aukštis inde sumažėja dydžiu $\Delta h = 6$ mm. Koks svarelio tankis?



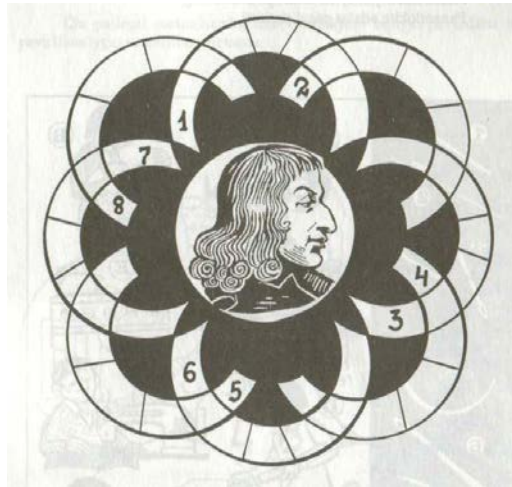
19. Ratažodis



Rašyti nuo pažymėto langelio pagal laikrodžio rodyklę:

1. Sausumos gyvūnas, kurio slėgis į žemę didžiausias.
2. Metalinis žiedas, dedamas po veržle, kad sumažėtų slėgis.
3. Prancūzų mokslininkas, pasiūlęs matuoti slėgį tampria vamzdeline spyruokle.
4. Italų mokslininkas, pagaminęs pirmąjį gyvsidabrio manometrą.
5. Prietaisas, pagrįstas atmosferos slėgio veikimu, naudojamas skysčiui pakelti į tam tikrą lygį.
6. Dydis, nuo kurio priklauso kietojo kūno slėgis ir nepriklauso skysčio slėgis.
7. Vandenyne įdauba (pavadinimas), kurios dugne slėgis didžiausias.
8. Prancūzų fizikas, atradęs vieną svarbiausių hidrostatikos dėsnių.
9. Plėvelė arba tampri plokštelė - viena pagrindinių manometro dalių.
10. Presuota durpių, akmenų anglių plytelė.
11. Dėl slėgio trykštanti čiurkšlė.

20. Kryžiažodis



1. Rato viršutinė storos gumos apdanga, kurioje oras pasiskirsto pagal Paskalio dėsnį.
2. Senovės šalis, kurioje pirmiausia atsirado vandentiekis.
3. Skystis (degalai), kurio stulpelis slegia mažiau nei toks pat vandens stulpelis.
4. Traktoriaus ar tankų ratų grandinės, kuriomis mažinamas slėgis.
5. Augaliniai riebalai, kurie gaunami presu spaudžiant sėmenis, kanapes, saulėgrąžas.
6. Kanalo įrenginys su keičiamu vandens lygiu laivams perkelti ar vandens naudojimo režimui keisti.
7. Miestas Lietuvoje, kuriame yra seniausias šalies vandentiekis.
8. Šveicarų mokslininkas – pirmojo batiskafo kūrėjas.

II turo užduotis atsiųsime kartu su I turo sprendimų įvertinimu.