

Technická univerzita v Liberci
PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra: fyziky

Obor: fyzika - matematika

**Sbírka úloh z vybraného tématického celku
pro učitele základních škol**

Závěrečná práce 95 - PF - KFY - 009

Autor:

Jméno a příjmení: Dagmar Horáčková

Podpis: *Dagmar Horáčková*

Adresa: Horská 452
Trutnov 541 02

Vedoucí práce: Mgr. Milan Čmelík

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146065746

Počet	stran	obrázků	tabulek	příloh
	54	10	4	0

V Liberci dne 15.5. 1995

Vysoká škola strojní a textilní PEDAGOGICKÁ FAKULTA

461 17 LIBEREC 1, Hálkova 6

Telefon: 329

Telefax: 21301

Katedra: fyziky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(závěrečného projektu)

pro (diplomanta) Dagmar H O R Á Č K O V Á

adresa:

obor matematika-fyzika

Název: Sbírka úloh z vybraného tematického celku pro učitele
základních škol

Vedoucí práce: Mgr. Milan Čmelík

Termín odevzdání: 19.5.1995

Pozn. Podmínky pro zadání práce jsou k nahlédnutí na katedrách. Katedry rovněž formulují podrobnosti zadání. Zásady pro zpracování DP jsou k dispozici ve dvou verzích (stručné, resp. metodické pokyny) na katedrách a na Děkanátě Pedagogické fakulty.

V Liberci dne 31.5.1994 19..

Doc. RNDr. Antonín Kopal, CSc.
vedoucí katedry

Výuka - fyzika
Fyzika - výuka
Sbírka úloh
Mechanika kapalin
J. Vláda, R.
děkan

Převzal (diplomant):

Datum: 18. 10. 94

Podpis: J. Vláda, R.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec

V46/95 D

KFY/M-F.
54A

Prohlášení o původnosti práce:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla veškerou použitou literaturu.

Liberec, 1995.-5.-5.

Dagmar Horáčková
Dagmar Horáčková

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi pomohli a přispěli tak ke vzniku této diplomové práce. Především bych chtěla poděkovat RNDr. V. Kazdovi a Mgr. M. Čmelíkovi za cenné připomínky v oblasti didaktiky. Děkuji také všem svým spolužákům, kteří mi pomohli s počítačovým zpracováním této práce.

Prohlášení k využívání výsledků DP:

Jsem si vědoma toho, že diplomová práce je majetkem školy, a že s ní nemohu sama bez svolení školy disponovat, a že diplomová práce může být zapůjčena či objednána (kopie) za účelem využití jejího obsahu.

Beru na vědomí, že po pěti letech si mohu diplomovou práci vyžádat v Univerzitní knihovně TU Liberec, kde je uložena.

Jméno a příjmení: Dagmar HORÁČKOVÁ

Adresa: Horská 452, 541 02 Trutnov

Podpis: *Dagmar Horáčková*

SBÍRKA ÚLOH Z FYZIKY Z VYBRANÉHO TEMATICKÉHO CELKU PRO UČITELE ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Anotace

Tato diplomová práce se věnuje tématu "Mechanika kapalin" ve výuce fyziky na základní škole a jejím cílem je vytvoření sbírky úloh. Tematický celek je rozdělen do pěti základních kapitol. Každá část je uvedena teoretickým rozbořem učiva. Závěr tvoří řešené příklady na procvičení dané látky. Práce má sloužit jako pomoc učitelům fyziky, neboť při vyučování potřebují velké množství příkladů.

DIE AUFGABENSAMMLUNG FÜR AUSGEWÄHLTES THEMA DER PHYSIK FÜR GRUNDSCHULLEHRER

Zusammenfassung

Das Thema dieser Diplomarbeit ist die Mechanik der Flüssigkeiten im Physikunterricht an der Grundschule gewidmet. Ziel der Arbeit ist eine Zusammenstellung von Aufgaben zu diesem Thema. Die Arbeit umfasst fünf Kapitel. Jedes Kapitel wurde mit einer theoretischen Analyse eingeführt. Am Ende jedes Teiles finden sich Lösungsbeispiele für das Üben dieses Lehrstoffes. Da die Physiklehrer im täglichen Unterricht viele Beispiele benötigen, sollte diese Arbeit ihnen als Hilfe zur Verfügung stehen.

TASK COLLECTION OF PHYSICS FROM A SELECTED THEMATIC UNIT FOR TEACHERS OF BASIC SCHOOLS

Summary

This diploma project is concerned with the topic of liquids mechanic in the process of teaching at an elementary school and its purpose is to create a task of collection. The topic is divided into five basic chapters. Every chapter is introduced with the theoretical analysis of the subject matter. The conclusion includes already solved tasks specified for practising the given subject matter. This project is intended to be a supporting material for the teacher of physics because these need a great number of tasks to be solved during the teaching process.

Obsah:

1.Sbírka úloh	str.4
1.1.Úvod	4
1.2.Základní cíle	5
2.Mechanika kapalin	7
2.1.Základní vlastnosti kapalin (VŠ)	7
2.1.1.Základní vlastnosti kapalin (ZŠ)	8
2.1.2.Příklady	8
2.2.Tlaková síla. Pascalův zákon. (VŠ)	11
2.2.1.Tlaková síla. Pascalův zákon. (ZŠ)	12
2.2.2.Příklady	13
2.3.Hydrostatický tlak (VŠ)	21
2.3.1.Hydrostatický tlak (ZŠ)	22
2.3.2.Příklady	23
2.4.Vztlaková síla (VŠ)	32
2.4.1.Vztlaková síla (ZŠ)	33
2.4.2.Příklady	33
2.5.Archimédův zákon (VŠ)	41
2.5.1.Archimédův zákon (ZŠ)	42
2.5.2.Příklady	44
3.Tabulka hustot	52
4.Závěr	53
5.Seznam použité literatury	54

1. S B Í R K A Ú L O H

1.1. Úvod

Sbírku úloh pro učitele v oboru "Mechanika kapalin" jsme rozdělili na pět elementárních částí: Základní vlastnosti kapalin, Tlaková síla. Pascalův zákon, Hydrostatický tlak, Vztlková síla, Archimédův zákon.

Každý tematický celek je v základních rysech uveden teoretickou výkladovou částí, a to nejprve z vysokoškolského pohledu. Ten by měl přispět k rozšířenějšímu a odbornějšímu nazírání učitele na danou problematiku. V druhé části každé kapitoly je pak zařazen výklad učiva způsobem, který odpovídá nárokům na žáky základních škol. Na závěr jsme zařadili soubor řešených úloh, které umožní žákům hlouběji proniknout do obsahu fyzikálních pojmů a zákonů, rozvíjet fyzikální myšlení, důvtip a samostatnost logického uvažování.

Učitel fyziky často zařazuje úlohy do různých fází vyučovacího procesu a spotřebuje tak velké množství fyzikálních úloh. Při výkladové části jsou to zpočátku úlohy jednoduché, které jsou prostředkem k získání nových vědomostí a dovedností, následují úlohy na procvičení, jejichž náročnost se postupně zvyšuje. Při shrnutí jsou důležité úlohy vztahující se k danému tématu a úlohy syntetizující učivo jednotlivých dílčích témat.

Při řešení každé úlohy se žáci učí především samostatnému čtení odborného textu včetně všech symbolů, náčrtků, schémat a grafů. Je pro ně důležitá analýza textu, spojování osvojených vědomostí s konkrétními situacemi. Učí se spojovat poznatky z různých oddílů učiva a pochopit tak vztah mezi teorií a praxí.

Vytvořením banky řešených úloh k danému tématu a vytyčením některých základních cílů, ale i problémů, s kterými se žáci nejčastěji mohou setkat při jejich řešení bychom chtěli učitelům na základních školách usnadnit práci při vyhledávání úloh na procvičování učiva.

2.2. Základní cíle

Základním úkolem učitele při výuce tematického celku "Mechanika kapalin" je zprostředkovat žákům pochopení jevů, které probíhají v kapalinách. Zejména pak vysvětlit ústřední pojmy tlaková síla a tlak (viz [KKP]), na něž navazují další části učiva.

Cílem první kapitoly je zopakování a seznámení se základními vlastnostmi kapalin. Tato část je pro žáky poměrně zajímavá a zároveň snadná k porozumění, neboť se jedná o poznatky, které lze velmi snadno při hodinách fyziky demonstrovat a vyskytují se zde i jevy dětem dobře známé z běžného života.

V další části je důležité vysvětlit pojmy tlaková síla a Pascalův zákon. Je nutné si uvědomit, že vnější tlaková síla působí kolmo na volnou hladinu kapaliny o obsahu S a tím vzniká všude stejný tlak. Musí se zdůraznit, že tlak je dán jako podíl síly ku obsahu plochy, neboť často dochází k záměně veličin tlak a síla. Výklad hydraulického zařízení bývá žákům srozumitelný už proto, že je motivován jím známými situacemi z praxe.

Ze vztahu $F_g = mg$ se vyvozuje vzorec pro výpočet tlakové síly $F = h\rho gS$, kde je potřeba uvést, že síla může mít všechny možné směry podle polohy plochy, na níž působí. Hydrostatický tlak je ve výkladu uveden vzorcem $p_h = h\rho g$. Pojmy tlak i tlaková síla bývají žákům vcelku pochopitelné, ale stává se, že při řešení úloh zaměňují vzorce pro jejich výpočet.

Vztlaková síla stejně tak jako Archimédův zákon je studijní látka pro žáky velmi zajímavá a atraktivní. Nejčastěji bývá reprodukována pomocí jevů, s kterými se setkáváme v běžném životě. Potápění, plavání a vznášení se stejnorodých těles v kapalině i plavání nestejnorodých těles v kapalině lze velmi průkazně objasnit pomocí pokusů a žáci sami mohou uvádět příklady, s kterými se běžně setkávají.

Výklad všech výše uvedených částí tematického celku je možné doplnit kazetovými filmy, ukázkami modelů a demonstračními pokusy. To vše přispívá k snadnějšímu pochopení učiva. Velmi důležité je opakování jednotek všech veličin a jejich převody, neboť žáci velmi často zaměňují veličiny i jednotky a zapomínají jejich převodní vztahy.

- tekutost, která je charakteristická pro všechny skupenství látek.
- Příkladem tekutiny je voda, která se pohybuje vzhledem k gravitační síle.
- Na volném povrchu tekutiny působí gravitační síla, která způsobuje její tvarování.

2. M E C H A N I K A K A P A L I N

2.1. Základní vlastnosti kapalin (VŠ)

Kapaliny a plyny souhrnně označujeme jako tekutiny. Od látek pevného skupenství se liší především vnitřní strukturou, protože jejich molekuly nejsou vázány do neproměnné rovnovážné polohy, ale mohou se navzájem volně posouvat. Tato skutečnost napomáhá vysvětlit řadu vlastností, jimiž se tekutiny odlišují od pevných látek, např.: nemají vlastní tvar a jsou snadno dělitelné.

Základní vlastnosti kapalin vyplývající z jejich molekulární struktury jsou :

- tekutost, která je makroskopickým projevem posunovatelnosti jednotlivých částic.
- Jsou to látky, které mají prakticky stálý objem, ale snadno proměnlivý tvar.
- Příčinou rozdílné tekutosti kapalin a odporu proti pohybu a změně tvaru je vnitřní tření (viskozita tj. posun částic vyvolaný tečným napětím).
- Jsou velmi málo stlačitelné.
- Na volném povrchu mají vodorovnou hladinu, která je v klidu kolmá k tíhové síle. Příčinou je to, že tlakové síly v kapalině v klidu působí kolmo na libovolnou rovnou plochu.

Při vyšetřování mnoha jevů v reálných kapalinách zanedbáváme některé jejich vlastnosti a touto idealizací docházíme k modelu ideální kapaliny, u které zanedbáváme molekulární strukturu a považujeme ji za spojitou. Ideální kapalina je bez vnitřního tření, a proto je dokonale tekutá, chápeme ji jako nestlačitelnou.

2.1.1. Základní vlastnosti kapalin (ZŠ)

Každá kapalina se skládá z velkého počtu molekul, které se neustále neuspořádaně pohybují.

Kapaliny jsou tekuté, snadno dělitelné, nestlačitelné, a proto si zachovávají svůj objem. Volná hladina kapaliny v klidu je vodorovná.

Definice hustoty: Hustota ρ tělesa závisí na hmotnosti jeho molekul a také na jeho objemu. Tzn., že mají-li dva stejné objemy látek různé hmotnosti nebo sejedná o různé hmotnosti, ale stejné objemy, mají obě látky různou hustotu.

ρ -hustota

$$\rho = \frac{m}{V}$$

m-hmotnost

V-objem

2.1.2. Příklady

1. Jmenujte alespoň tři základní vlastnosti kapalin.

Odp.: Nestlačitelné, nemají stálý tvar, tekuté, snadno dělitelné.

2. Do jaké výšky v konvici je možno nalít vodu, aby voda z konvice nevytekla ?



obr. 1

Odp.: Pouze do té výšky, kde končí hrdlo 1 (rameno) konvice.

3.Proč je volná hladina kapaliny v klidu vodorovná ?

Odp.:Protože na částice v kapalině působí gravitační síla.

4.Kapaliny mají základní vlastnosti:

- a.stálý objem, stlačitelné
- b.stálý tvar, nestlačitelné
- c.nemají stálý tvar, nestlačitelné
- d.nemají stálý objem, nestlačitelné

Odp.:c.

5.Vodu ze sklenice přelijeme do nádoby se širším dnem. Které veličiny se změní, a které zůstanou stejné ?

Odp.:Stejný zůstane objem kapaliny, změní se tvar kapaliny v nádobě a obsah dna.

6.Vypočtete objem kváдру o délkách hran podstavy 5m, 3m a výšce 2m.

$$a = 5\text{m}$$

$$b = 3\text{m}$$

$$c = 2\text{m}$$

$$V = ? \text{ m}^3$$

$$V = a.b.c$$

$$V = 5.3.2 \quad [\text{m}^3]$$

$$V = 30\text{m}^3$$

Odp.:Objem kváдру je 30m^3 .

7. Vypočtete objem krychle o hraně 2,5cm (v cm^3).

$$a = 2,5\text{cm}$$

$$V = ? \text{ cm}^3$$

$$V = a^3$$

$$V = (2,5)^3 [\text{cm}^3]$$

$$V = 15,625\text{cm}^3$$

Odp.: Objem krychle je $15,625\text{cm}^3$.

8. Hustota oleje je 900kg/m^3 . Určete hmotnost oleje o objemu 20l.

$$V = 20\text{l} = 0,02\text{m}^3$$

$$\rho = 900\text{kg/m}^3$$

$$m = ? \text{ kg}$$

$$m = V \cdot \rho$$

$$m = 0,02 \cdot 900 [\text{kg}]$$

$$m = 18\text{kg}$$

Odp.: Hmotnost oleje o objemu 20l je 18kg.

9. Do mikroténového sáčku nalijeme vodu. Proč se sáček zaoblí ?

Odp.: Sáček se zaoblí vlivem tlakové síly vody na stěny sáčku.

Na všechny částice působí gravitační síla, a ty se snaží zaujmout co nejnižší polohu.

10. Převeďte jednotky:

$$312\text{kg/m}^3 = 0,312 \text{ g/cm}^3$$

$$127\text{g/cm}^3 = 127000 \text{ kg/m}^3$$

$$0,51\text{g/cm}^3 = 510 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} 0,0025 \text{ g/cm}^3 &= 2,5 \text{ kg/m}^3 \\ 7510 \text{ kg/m}^3 &= 7,51 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

2.2. Tlaková síla. Pascalův zákon (VŠ)

Kapaliny nekladou prakticky žádný odpor proti vzájemnému oddělení jednotlivých částí, tedy tahům, a proto u nich nemluvíme o normálovém napětí jako u pevných látek, ale rovnou o tlaku p . Tlak je definován jako podíl síly, která působí kolmo k dané ploše a velikosti této plochy:

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

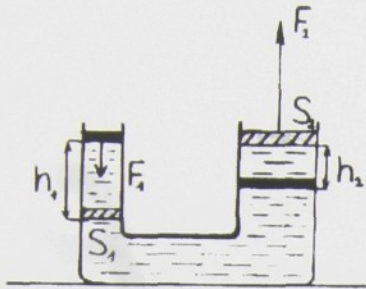
Sílu F nazýváme tlakovou silou, plocha S může být buď na povrchu kapaliny (příslušný tlak je pak vnější tlak), nebo to může být plocha, v níž se uvnitř kapaliny stýkají její jednotlivé části (příslušný tlak je pak vnitřní tlak). Obecně nemusí být všude v kapalině stejně velký tlak, potom je místní tlak určen diferenciálním podílem:

$$p = \frac{dF}{dS}$$

Tlak, jímž na malé plošce za relativního klidu proti sobě působí dvě části kapaliny, které k této plošce z obou stran přilehají, nazýváme hydrostatický tlak. Vzniká vlastní tíhou kapaliny, popř. také setrvačnými silami, jež na tekutinu působí v klidu.

Tento tlak se řídí Pascalovým zákonem: Působí-li na kapalinu vnější tlak v jednom směru, pak uvnitř kapaliny působí v každém místě stejně velký tlak, a to ve všech směrech.

Posunutí pístu dh_1 , dh_2 :



obr.2

$$dV_1 = S_1 dh_1$$

$$dV_2 = S_2 dh_2$$

$$dV_1 = dV_2 \text{ důsl. nestlačitelnosti}$$

$$S_1 dh_1 = S_2 dh_2 \quad (*)$$

vykonaná práce:

$$dW_1 = dW_2$$

$$F_1 dh_1 = F_2 dh_2$$

po dosazení z (*):

$$F_1 / S_1 = F_2 / S_2$$

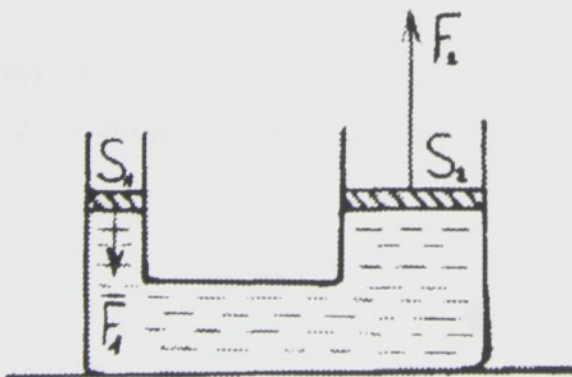
$$p_1 = p_2$$

obecně: tlak $P = \frac{F}{S}$

jednotka tlaku: $[p] = \text{N} \cdot \text{m}^{-2} = \text{Pa}$

Na principu Pascalova zákona pracuje hydraulické zařízení:
hydraulický převodní poměr:

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



obr.3

2.2.1. Tlaková síla. Pascalův zákon (ZŠ)

Působením vnější tlakové síly F na volnou hladinu kapaliny o obsahu S v uzavřené nádobě vznikne ve všech místech kapaliny stejný tlak.

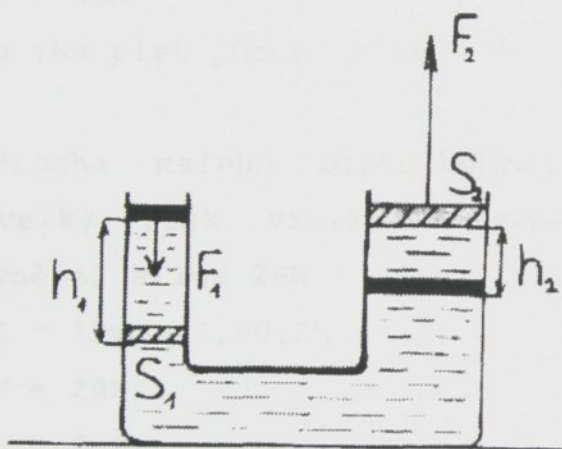
Jeho velikost vypočítáme vztahem:

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

Tento poznatek se nazývá Pascalův zákon. Jeho objevitelem je francouzský fyzik Blaise Pascal (1623-1662).

Pascalův zákon v praxi nejčastěji využívá tzv. hydraulické zařízení. Jedná se o dvě spojené nádoby opatřené písty.

Hydraulické zařízení umožňuje působením malé tlakové síly F_1 na menší píst vyvolat velkou tlakovou sílu F_2 působící na větší píst.



obr.4

Z rovnosti tlaků plyne: $p_1 = p_2$

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

Velikosti sil působících na písty v hydraulickém lisu jsou přímo úměrné obsahům průřezů pístů.

2.2.2. Příklady

1. Vyjádři v kPa: 1Pa, 100Pa, 1000Pa, 0,5Pa

v Pa: 2kPa, 0,1kPa, 0,25kPa, 5MPa

2. Na píst o obsahu $0,040\text{m}^2$, který se dotýká volné hladiny kapaliny v nádobě působí vnější síla F . Urči velikost této síly, jestliže v kapalině vznikne tlak $1,2\text{ kPa}$.

$$p = 1,2\text{kPa} = 1200\text{Pa}$$

$$S = 0,04\text{m}^2$$

$$F = ?$$

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

$$F = p \cdot S$$

$$F = 1200 \cdot 0,04 \text{ [N]}$$

$$F = 48\text{N}$$

Odp.: Na píst působí síla o velikosti 48N .

3. Plocha malého pístu hydraulického lisu má obsah 12cm^2 . Jak velký tlak vznikne v kapalině, působíme-li na tento píst vnější silou 28N ?

$$S = 12\text{cm}^2 = 0,0012\text{m}^2$$

$$F = 28\text{N}$$

$$p = ? \text{ Pa}$$

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

$$p = \frac{28}{0,0012} \text{ [Pa]}$$

$$p = 23333\text{Pa}$$

$$p = 23\text{kPa}$$

Odp.: V kapalině vznikne tlak o velikosti 23kPa .

4. Tlak oleje v hydraulickém lisu je 20MPa . Obsah plochy většího pístu je 15dm^2 . Vypočtete sílu zdvihající píst.

$$p = 20\text{MPa} = 20000000\text{Pa}$$

$$S = 15\text{dm}^2 = 0,15\text{m}^2$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$F = pS$$

$$F = 20000000 \cdot 0,15 \text{ [N]}$$

$$F = 3000000 \text{ N}$$

$$F = 3 \text{ MN}$$

Odp.: Síla zdvihající píst má velikost 3MN.

5. Vodní lis má písty o obsahu 4cm^2 a 8cm^2 . Jak velkou tlakovou silou působí voda na velký píst, působí-li na malý píst síla 350N ?

$$S_1 = 4\text{cm}^2 = 0,0004\text{m}^2$$

$$S_2 = 8\text{cm}^2 = 0,0008\text{m}^2$$

$$F_1 = 350 \text{ N}$$

$$F_2 = ? \text{ N}$$

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

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

$$F_2 = \frac{350}{0,0004} \cdot 0,0008$$

$$F_2 = 700 \text{ N}$$

Odp.: Voda působí na malý píst silou 700N.

6. Doplněte v tabulce chybějící údaje (zde psané kurzívou), tak aby platila rovnost tlaků.

tab.1

lis č.	S_1/cm^2	S_2/cm^2	F_1/N	F_2/N
1	10	1 000	10	1 000
2	20	300	50	750
3	1,5	20	150	2 000
4	2,5	5,5	50	110

7. Rameno autojeřábu se musí zvedat silou 40kN. Zvedá ho z každé strany jeden píst o obsahu 200cm². Jaký tlak musí vydržet přívodní hadice oleje ? Jaký musí být obsah pístu olejové pumpičky, když na něj působí motor silou 1000N ?

$$F_1 = 40\text{kN} = 40000\text{N}$$

$$F_2 = 1000\text{N}$$

$$S_1 = 200\text{cm}^2 = 0,02\text{m}^2$$

$$S_2 = ? \text{ m}^2$$

$$p = ? \text{ Pa}$$

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

$$p = \frac{40000}{0,02} \text{ [Pa]}$$

$$p = 2000000\text{Pa}$$

$$p = 2\text{MPa}$$

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

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

$$S_2 = \frac{1000}{40000} \cdot 0,02 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$S_2 = 0,0005\text{m}^2$$

$$S_2 = 5\text{cm}^2$$

Odp.: Přívodní hadice oleje musí vydržet tlak 2MPa a obsah pístu pumpičky musí být 5cm².

8. Při stavbě budov se objevuje nutnost zjistit, zda některé části budov jsou v téže vodorovné rovině (např. řady cihel ve zdi, okenní překlady aj.). Navrhněte nepřiliš složitý způsob ověření, který je založen na použití spojených nádob.

Odp.: Úzkou trubici do tvaru písmene "U" naplníme vodou a ponecháme pouze malou vzduchovou bublinu. U vodorovných stěn se bublina vzduchu ustálí vždy uprostřed. Na tomto principu jsou konstruovány vodováhy používané ve stavebnictví.

Ke kontrole rovnoběžnosti stěn lze použít dvou nádob, umístěných u každé stěny, ve stejné výšce a spojených hadicemi. U rovnoběžných stěn budou hladiny kapalin v obou nádobách na stejné úrovni.

9. Zátka v láhvi má obsah průřezu 2cm^2 . Kolmo na její průřez začala působit síla o velikosti 30N . Jaký tlak je v kapalině, již je zcela naplněna láhev ?

$$F = 30\text{N}$$

$$S = 2\text{cm}^2 = 0,0002\text{m}^2$$

$$p = ?$$

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

$$p = \frac{30}{0,0002} \text{ [Pa]}$$

$$p = 150000\text{Pa}$$

$$p = 150\text{kPa}$$

Odp.: V kapalině je tlak 150kPa .

10. Větší píst hydraulického lisu o obsahu průřezu 160cm^2 působí na olejovou náplň lisu tlakovou silou 16000N . Menší píst má obsah průřezu 8cm^2 . Jak velká tlaková síla působí na menší píst ?

$$S_1 = 160\text{cm}^2 = 0,016\text{m}^2$$

$$S_2 = 8\text{cm}^2 = 0,0008\text{m}^2$$

$$F_1 = 16000\text{N}$$

$$F_2 = ? \text{ N}$$

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

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

$$F_2 = \frac{16000}{0,0160} \cdot 0,0008 \text{ [N]}$$

$$F_2 = 800\text{N}$$

Odp.: Na menší píst působí tlaková síla 800N .

11. Vyluštěte tajenku, ve které se skrývá jméno známého francouzského fyzika a matematika (1623-1662) a vyslovte jeho fyzikální zákon.

1. *
2. *
3. . . *
4. . * . .
5. *
6. * . .

1.označení hydrostatického tlaku; 2.veličina, na které závisí velikost hydrostatického tlaku; 3.přístroj na měření hustoty; 4.látka hustot 7800kg/m^3 ; 5.podmořské plavidlo; 6.stroj působící při práci velkým tlakem.

Odp.: Tajenka: Pascal.

12. Do trubice tvaru "U" nalijeme z jedné strany vodu a z druhé kapalinu o jiné hustotě, než má voda, a která se s vodou nemísí (např. olej). Budou hladiny v obou ramenech trubice ve stejných výškách ?

Odp.: Nebudou, protože kapalina o větší hustotě vytlačí kapalinu o hustotě menší.

13. Jakou sílu vyvine hydraulický lis, když na menší píst o průměru $d=5\text{mm}$ působí síla 120N a větší píst má průměr 7cm ?

$$F_1 = 120\text{N}$$

$$d_1 = 5\text{mm} = 0,005\text{m}$$

$$d_2 = 7 \text{ cm} = 0,07 \text{ m}$$

$$F_2 = ? \text{ N}$$

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

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

$$S_2 = (r_2)^2 = (d_2/2)^2$$

$$S_1 = (d_1/2)^2$$

$$F_2 = [(d_2/2)^2 : (d_1/2)^2] \cdot F_1$$

$$F_2 = (d_2 / d_1)^2 \cdot F_1$$

$$F_2 = \frac{0,07^2}{0,005^2} \cdot 120 \text{ [N]}$$

$$F_2 = 23520 \text{ N}$$

Odp.:Hydraulický lis vyvine sílu 23520N.

14.Vyberte správnou formulaci Pascalova zákona:

- a.Působením vnější tlakové síly na těleso v kapalině vzniká ve všech místech kapaliny stejný tlak.
- b.Působením vnější tlakové síly na volnou hladinu kapaliny v uzavřené nádobě vznikne ve všech místech kapaliny stejný tlak.
- c.Působením vnější tlakové síly na dno nádoby působí na těleso v ní ponořené stejný tlak.

Odp.:b.

15.Vyjmenujte alespoň tři zařízení, která pracují na principu spojených nádob.

Odp.:Vyklápěcí zařízení u nákladních automobilů, hydraulické lisy, hydraulické zvedáky - zubařské křeslo.

16.Síla, která působí na desku o rozměrech 20cm a 10cm vyvolá tlak o velikosti 0,06kPa. Určete velikost této síly.

$$a = 20\text{cm} = 0,2\text{m}$$

$$b = 10\text{cm} = 0,1\text{m}$$

$$p = 0,06\text{kPa} = 60\text{Pa}$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$S = a \cdot b$$

$$F = p \cdot S$$

$$S = 0,2 \cdot 0,1 \text{ [m]}$$

$$F = 60 \cdot 0,02 \text{ [N]}$$

$$S = 0,02\text{m}^2$$

$$F = 1,2\text{N}$$

Odp.: Síla má velikost 1,2N.

17. Vyberte správné tvrzení:

$$\text{a. } p = F : S \quad F = p : S \quad S = p \cdot S$$

$$\text{b. } p = F : S \quad F = p \cdot S \quad S = F : p$$

$$\text{c. } p = F \cdot S \quad F = S : p \quad S = p \cdot F$$

Odp.: b.

18. Na píst o obsahu 20cm^2 působí síla 15N. Určete obsah druhého pístu, jestliže na něj působí síla o velikosti 45N.

$$S_1 = 20\text{cm}^2 = 0,002\text{m}^2$$

$$F_1 = 15\text{N}$$

$$F_2 = 45\text{N}$$

$$S_2 = ? \text{ m}^2$$

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

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

$$S_2 = \frac{45}{15} \cdot 0,002 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$S_2 = 0,006\text{m}^2 = 60\text{cm}^2$$

Odp.: Obsah druhého pístu je 60cm^2 .

19. Určete tlak vody u dna akvária o obsahu $0,04\text{m}^2$, působí-li na dno síla 12N.

$$F = 12\text{N}$$

$$S = 0,04\text{m}^2$$

$$p = ? \text{ Pa}$$

$$p = F : S$$

$$p = 12 : 0,04 \text{ [Pa]}$$

$$p = 300\text{Pa}$$

Odp.: Tlak vody u dna je 300Pa.

20. Uvažujeme sklenici, jejíž stěny jsou kolmé na dno. Obsah dna je $0,008\text{m}^2$. Určete tlak na dno sklenky, působí-li kapalina silou 800N .

$$F = 80\text{N}$$

$$S = 0,008\text{m}^2$$

$$p = ? \text{ Pa}$$

$$p = F : S$$

$$p = 80 : 0,008 \text{ [Pa]}$$

$$p = 10000\text{Pa}$$

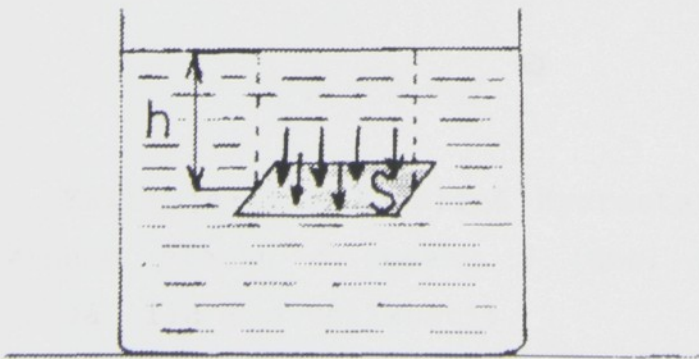
$$p = 10\text{kPa}$$

Odp.: Tlak na dno sklenky má hodnotu 10kPa .

2.3. Hydrostatický tlak (VŠ)

Ve vodorovné rovině v klidu působí na každou částici kapaliny váha všech částic, které jsou nad ní, a takto zatížené částice tlačí také na sousední částice na všechny strany. Tím se tlak v téže vodorovné rovině šíří na všechny strany až ke stěnám nádoby, které mu svou pevností odolávají.

Hydrostatický tlak kapaliny v hloubce h je způsobený pouze vlastní tíhou kapaliny.



obr. 5:

Bereme v úvahu část kapaliny ve tvaru kolmého hranolu o průřezu S a výšce h (vzdálenost základny hranolu od hladiny kapaliny). Tlaková síla F , již hranol působí v ploše S na dno nádoby nebo část kapaliny, která je pod jeho základnou, je rovna jeho váze. Je-li hustota kapaliny ρ a g tíhové zrychlení, pak tlaková síla $F = Sh\rho g$. Pro tlak $p = \frac{F}{S}$ v hloubce h pod hladinou platí:

$$p_h = h\rho g$$

Hydrostatický tlak je tedy úměrný hloubce a hustotě kapaliny. Významné je, že nezávisí na průřezu a obsahu dna nádoby. Na tomto poznatku je založen jev, který označujeme jako hydrostatické paradoxon, který říká, že u dna všech nádob je stejný tlak.

2.3.1. Hydrostatický tlak (ZŠ)

V gravitačním poli Země působí na kapalinu v nádobě gravitační síla. Tato síla je též příčinou tlaku v kapalině, který se nazývá hydrostatický tlak, značíme p_h .

Hydrostatický tlak závisí na hustotě kapaliny a hloubce pod volnou hladinou, ve které působí. Tzn. mají-li dvě kapaliny různou hustotu, je ve stejné hloubce pod volnou hladinou větší hydrostatický tlak v kapalině s větší hustotou.

$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

Existuje-li v kapalině hydrostatický tlak, pak na každou rovinnou plochu o obsahu S (dno, stěny) působí v kapalině tlaková síla F o velikosti:

$$F = h \cdot \rho \cdot g \cdot S$$

2.3.2. Příklady

1. Největší naměřená hloubka oceánu je asi 11km. Jaký je hydrostatický tlak v této hloubce ?

$$h = 11\text{km} = 11000\text{m}$$

$$\rho = 1030\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$p_h = ? \text{ Pa}$$

$$p_h = h\rho g$$

$$p_h = 11000 \cdot 1030 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_h = 113300000\text{Pa}$$

$$p_h = 113,3\text{MPa}$$

Odp.: V hloubce 11km pod hladinou moře je tlak 113,3MPa.

2. V jaké hloubce pod volným povrchem vody v moři je batyskaf, jestliže byl naměřen hydrostatický tlak 62000kPa ?

$$p_h = 6200\text{kPa} = 6200000\text{Pa}$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$h = ? \text{ m}$$

$$p_h = h\rho_v g$$

$$h = \frac{p_h}{\rho_v g}$$

$$h = \frac{6200000}{10000} \text{ [m]}$$

$$h = 620\text{m}$$

Odp.: Batyskaf je v hloubce 620m.

3. V jaké hloubce pod povrchem rtuťi bude stejný hydrostatický tlak jako v hloubce 10m pod povrchem vody ?

$$h_v = 10\text{m}$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13500 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h_{\text{Hg}} = ?$$

$$p_{\text{hv}} = h_v \rho_v g$$

$$p_{\text{hv}} = 10 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_{\text{hv}} = 100000 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{hv}} = 100 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{hHg}} = h_{\text{Hg}} \rho_{\text{Hg}} g$$

$$h_{\text{Hg}} = p_{\text{hHg}} : \rho_{\text{Hg}} g$$

$$h_{\text{Hg}} = \frac{100000}{13500} \text{ [m]}$$

$$h_{\text{Hg}} = 0,74 \text{ m}$$

Odp.: Stejný tlak bude v hloubce 0,74m.

4. Jaký je hydrostatický tlak v v hloubce 15m pod povrchem vody v rybníce a v moři ?

$$\rho_r = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_m = 1030 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$p_{\text{hr}} = ? \text{ Pa}$$

$$p_{\text{hm}} = ? \text{ Pa}$$

$$p_{\text{hr}} = h_r \rho_r g$$

$$p_{\text{hr}} = 15 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_{\text{hr}} = 150000 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{hr}} = 150 \text{ kPa}$$

$$p_{\text{hm}} = h_m \rho_m g$$

$$p_{\text{hm}} = 15 \cdot 1030 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_{\text{hm}} = 154500 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{hm}} = 154,5 \text{ kPa}$$

Odp.: V hloubce 15m je tlak v moři 154,5kPa a v rybníce 150kPa.

5. Do jaké výšky musí být svislá roura naplněna ethanolem, aby byl tlak u dolního konce 500kPa ?

$$p_h = 500 \text{ kPa} = 500000 \text{ Pa}$$

$$\rho_e = 789 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h = ? \text{ m}$$

$$p_h = h\rho_e g$$

$$h = \frac{p_h}{\rho_e g}$$

$$h = \frac{500000}{7890} \text{ [m]}$$

$$h = 63,37\text{m}$$

Odp.: Roura musí být naplněna do výšky 63,37m.

6. Válcová nádoba má obsah dna 250m^2 a je naplněna naftou o hustotě 800kg/m^3 do výšky 9,5m ode dna. Určete hydrostatický tlak u dna nádrže a tlakovou sílu, kterou působí nafta na dno nádrže.

$$S = 250\text{m}^2$$

$$\rho = 800\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$h = 9,5\text{m}$$

$$p_h = ?$$

$$F = ?$$

$$p_h = h\rho g$$

$$F = h\rho g S$$

$$p_h = 9,5 \cdot 800 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$F = 9,5 \cdot 800 \cdot 10 \cdot 250 \text{ [N]}$$

$$p_h = 76000\text{Pa} = 76\text{kPa}$$

$$F = 19000000\text{N} = 19\text{MN}$$

Odp.: Hydrostatický tlak u dna má velikost 76kPa a tlaková síla je 19MN.

7. Nádoba tvaru válce o objemu 5dm^3 a výšce 2dm je zcela naplněna rtuťí. Určete hmotnost rtuťi v nádobě, gravitační sílu, která působí na rtuť, tlakovou sílu vody na dno nádoby a hydrostatický tlak u dna.

$$V = 5\text{dm}^3 = 0,005\text{m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho = 13500\text{kg/m}^3$$

$$h = 2\text{dm} = 0,2\text{m}$$

$$m = ? \text{ kg}$$

$$F_g = ? \text{ N}$$

$$p_h = ? \text{ Pa}$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$m = V\rho$$

$$m = 0,005 \cdot 13500 \text{ [kg]}$$

$$m = 67,5\text{kg}$$

$$F_g = mg$$

$$F_g = 67,5 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_g = 675\text{N}$$

$$S = \frac{V}{h}$$

$$S = 0,005 : 0,2 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$S = 0,025\text{m}^2$$

$$p_h = h\rho g$$

$$p_h = 0,2 \cdot 13500 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_h = 27000\text{Pa} = 27\text{kPa}$$

$$F = h\rho g S$$

$$F = 0,2 \cdot 13500 \cdot 10 \cdot 0,025 \text{ [N]}$$

$$F = 675\text{N}$$

Odp.: Hmotnost rtuťi v nádobě je 67,5kg a působí gravitační silou 675N, její tlaková síla na dno nádoby je 675N a hydrostatický tlak je 27kPa.

8. Nádobu tvaru krychle má hranu 25cm. Nádobu naplníme vodou až po okraj. Jaký je tlak u dna nádoby? Jaká je hmotnost vody v nádobě?

$$a = 25\text{cm}^3 = 0,25\text{m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho = 1000\text{kg/m}^3$$

$$p = ? \text{ Pa}$$

$$m = ? \text{ kg}$$

$$p_h = h\rho g$$

$$p_h = 0,25 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$V = a^3$$

$$V = 0,25^3 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$p_h = 2500\text{Pa} = 2,5\text{kPa}$$

$$V = 0,015625\text{m}^3$$

$$m = V\rho$$

$$m = 0,015625 \cdot 1000 \text{ [kg]}$$

$$m = 15,625\text{kg}$$

Odp.: U dna nádoby je hydrostatický tlak 2,5kPa a voda v nádobě má hmotnost 15,625kg.

9. Doplněte v tabulce chybějící údaje (zde psané kurzívou), tak aby byl splněn vzorec pro výpočet hydr. tlaku.

tab.2:

látko	ρ [kg/m ³]	h [m]	p_h [kPa]
voda	1 000	1	10
rtuť	13 500	6	810
olej	900	0,5	4,5
mořská voda	1 030	0,8	8,24
ethanol	1 260	21	264,6

10. Vyber správný vztah pro hydrostatický tlak:

a. $p_h = h \cdot \rho \cdot g \cdot S$

b. $p_h = V \cdot \rho \cdot g$

c. $p_h = h \cdot \rho \cdot g$

d. $p_h = V \cdot \rho \cdot g \cdot S$

Odp.: c.

11. Převeďte jednotky:

$$150 \text{ dm}^3 = 0,150 \text{ m}^3$$

$$32,7 \text{ kPa} = 32700 \text{ Pa}$$

$$163 \text{ N} = 163000 \text{ kN}$$

$$13500 \text{ kg/m}^3 = 13,5 \text{ g/cm}^3$$

$$0,001 \text{ m}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$11,3 \text{ g/cm}^3 = 11300 \text{ kg/m}^3$$

$$65,3 \text{ N} = 0,0000653 \text{ MN}$$

$$910 \text{ kg/m}^3 = 0,91 \text{ g/cm}^3$$

$$121212 \text{ Pa} = 0,121212 \text{ MPa}$$

$$12,75 \text{ kN} = 12750 \text{ N}$$

12. Jak by měla být konstruována zeď přehradní nádrže ve směru shora dolů ?

Odp.: Zeď přehradní nádrže by měla být dole silnější než nahoře, protože u dna nádrže je větší hydrostatický tlak než nahoře a hrozí proražení zdi.

13. Dvě nádoby, z nichž jedna má obsah dna 2x větší než druhá, jsou naplněny vodou do stejné výšky ode dna. Ve které nádobě bude tlaková síla vody na dno větší ?

Odp.: Tlaková síla na dno bude 2x větší v nádobě s větším obsahem dna.

14. Jaký je obsah dna nádoby o výšce 25cm, působí-li na dno tlaková síla 62,5kN v nádobě s vodou a rtuťí ?

$$h = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$F = 62,5 \text{ kN} = 62500 \text{ N}$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{Hg}} = 13500 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$S_v = ? \text{ m}^2$$

$$S_{\text{Hg}} = ? \text{ m}^2$$

$$S = \frac{F}{h\rho g}$$

$$S_v = 62500 : 2500 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$S_v = 25\text{m}^2$$

$$S_{\text{Hg}} = 62500 : 33750 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$S_{\text{Hg}} = 1,85\text{m}^2$$

Odp.: V nádobě s vodou je obsah dna 25m^2 a v nádobě se rtutí $1,85\text{m}^2$.

15. Poklop ponorky je v hloubce 40m pod hladinou moře. Jak velkou tlakovou silou působí mořská voda na kovový poklop, který má obsah $0,60\text{m}^2$?

$$S = 0,60\text{m}^2$$

$$h = 40\text{m}$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho = 1030\text{kg/m}^3$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$F = h\rho gS$$

$$F = 40 \cdot 1030 \cdot 10 \cdot 0,6 \text{ N}$$

$$F = 247200\text{N} = 247,2\text{kN}$$

Odp.: Mořská voda působí na poklop tlakovou silou $247,2\text{kN}$.

16. V nádobě jsou tři vrstvy kapalin ethanol, rtuť, mořská voda. Sloupec každé kapaliny má výšku 12cm . Určete hydrostatický tlak na dno nádoby.

$$h = 12\text{cm} = 0,12\text{m}$$

$$\rho_1 = 789 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2 = 1030 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_3 = 13500 \text{ kg/m}^3$$

$$p_h = ? \text{ Pa}$$

$$p_h = h\rho g$$

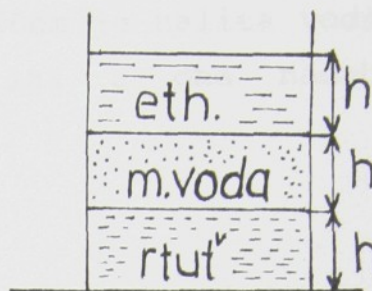
$$p_h = p_{h1} + p_{h2} + p_{h3}$$

$$p_h = g \cdot h (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3)$$

$$p_h = 10.0,12(789 + 1030 + 13500) \text{ [Pa]}$$

$$p_h = 18382 \text{ Pa} = 18 \text{ kPa}$$

obr.6



Odp.: Hydrostatický tlak na dno nádoby je 18 kPa.

17. Ve válcové nádobě o obsahu dna 80 cm^2 je nalita voda do výšky 12 cm a nad ní je olej, jehož sloupec má výšku 30 cm. Vypočtete velikost tlakové síly působící na dno nádoby.

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_o = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$S = 80 \text{ cm}^2 = 0,008 \text{ m}^2$$

$$h_v = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

$$h_o = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$F = h\rho gS$$

$$F_v = 0,12 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,008 \text{ N}$$

$$F_v = 9,6 \text{ N}$$

$$F_o = 0,3 \cdot 900 \cdot 10 \cdot 0,008 \text{ N}$$

$$F_o = 21,6 \text{ N}$$

$$F = F_v + F_o$$

$$F = 31,2 \text{ N}$$

Odp.: Tlaková síla působící na dno nádoby má velikost 31,2 N.

18. Do akvária o délce dna 50cm a šířce 20cm je nalita voda do výšky 30cm. Určete hydrostatický tlak u dna nádoby a celkovou tlakovou sílu na dno.

$$a = 50\text{cm} = 0,5\text{m}$$

$$b = 20\text{cm} = 0,2\text{m}$$

$$h = 30\text{cm} = 0,3\text{m}$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho = 1000\text{kg/m}^3$$

$$p_h = ? \text{ Pa}$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$S = ab$$

$$S = 0,5 \cdot 0,2 \text{ m}^2$$

$$S = 0,1\text{m}^2$$

$$p_h = h\rho g$$

$$p_h = 0,3 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_h = 3000\text{Pa} = 3\text{kPa}$$

$$F = h\rho gS$$

$$F = 0,3 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,1 \text{ [N]}$$

$$F = 300\text{N}$$

Odp.: Hydrostatický tlak u dna nádoby je 3kPa a tlaková síla má velikost 300N.

19. Určete hydrostatický tlak u dna hrnku s čajem. Hrnek má výšku 10cm a hustotu čaje uvažujeme 1020kg/m^3 .

$$h = 10\text{cm} = 0,1\text{m}$$

$$\rho = 1020\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$p_h = ? \text{ Pa}$$

$$p_h = h\rho g$$

$$p_h = 0,1 \cdot 1020 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_h = 1020\text{Pa}$$

Odp.: Hydrostatický tlak u dna je 1020Pa.

20. Určete hydrostatický tlak u dna kbelíku s vodou. Kbelík má výšku 40cm.

$$h = 0,4\text{m}$$

$$\rho = 1000\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{n/kg}$$

$$p_h = ? \text{ Pa}$$

$$p_h = h\rho g$$

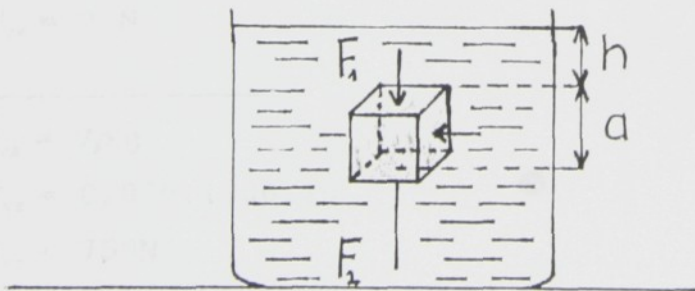
$$p_h = 0,4 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [Pa]}$$

$$p_h = 4000\text{Pa}$$

Odp.: Hydrostatický tlak u dna je 4000Pa.

2.4. Vztlková síla působící na těleso v kapalině (VŠ)

Na těleso ponořené do kapaliny působí ze všech stran tlakové síly. Vodorovné složky se navzájem ruší, svislá složka je ve větší hloubce větší, než složka v hloubce menší a dohromady dávají výslednici, která směřuje svisle vzhůru.



obr. 7

$$F_1 = Sh\rho g$$

$$F_2 = S(h + a)\rho g$$

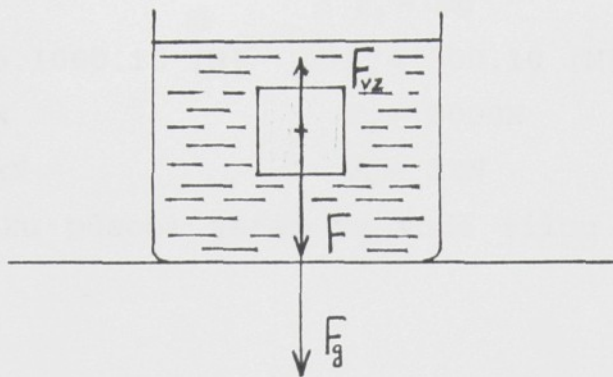
$$F_{vz} = F_2 - F_1$$

$$F = Sa\rho g$$

$$F_{vz} = V\rho g \quad \text{vztlková síla}$$

2.4.1. Vztlaková síla působící na těleso v kapalině (ZŠ)

Těleso ponořené do kapaliny v klidu je nadlehčováno silou, která má opačný směr než gravitační síla. Je to vztlaková síla: $F_{vz} = F_g - F$



Obr. 8

Vztlaková síla F_{vz} působící na těleso ponořené do kapaliny závisí na objemu ponořené části a hustotě kapaliny.

2.4.2. Příklady

1. Dospělý muž má objem $0,075\text{m}^3$. Jak velká vztlaková síla na něj působí, ponoří-li se celý do vody?

$$V = 0,075\text{m}^3$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

$$F_{vz} = V\rho_v g$$

$$F_{vz} = 0,075 \cdot 1000 \cdot 10$$

$$F_{vz} = 750\text{N}$$

Odp.: Působí na něj vztlaková síla o velikosti 750N.

2. Betonová deska o hmotnosti 300kg a o objemu 115dm^3 je zvedána jeřábem z vody do vzduchu. Jak velkou silou na ni působí, je-li deska úplně ponořena ve vodě a je-li zcela na vzduchu?

$$m = 300\text{kg}$$

$$V = 115\text{dm}^3 = 0,115\text{m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$F_{vz} = ?\text{N}$$

$$F_g = ?\text{N}$$

$$F_{vz} = V\rho_v g$$

$$F_g = mg$$

$$F_{vz} = 0,115 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_g = 300 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 1850\text{N}$$

$$F_g = 3000\text{N}$$

$$F_{vz} = 1,85\text{kN}$$

$$F_g = 3\text{kN}$$

Odp.: Na desku působí jeřáb ve vodě silou 1,85kN a na vzduchu silou 3kN.

3. Těleso z duralu o objemu 200cm^3 se ve vodě potápí.

a. Urči gravitační sílu, kterou působí Země na těleso.

b. Urči vztlakovou sílu, která působí na těleso ponořené do kapaliny.

c. Porovnej velikosti těchto sil.

$$V = 200\text{cm}^3 = 0,0002\text{m}^3$$

$$\rho = 2800\text{kg/m}^3$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$F_{vz} = ?\text{N}$$

$$F_g = ?\text{N}$$

$$\text{hmotnost tělesa: } m = V\rho$$

$$m = 0,0002 \cdot 2800 \text{ [kg]}$$

$$m = 0,56\text{kg}$$

$$\text{a. } F_g = mg$$

$$\text{b. } F_{vz} = V\rho_v g$$

$$F_g = 0,56 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 0,0002 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_g = 5,6\text{N}$$

$$F_{vz} = 2\text{N}$$

$$\text{c. } F_g > F_{vz}$$

Odp.: Gravitační síla, která působí na těleso z duralu má velikost 5,6N a vztlaková 2N.

4. Jakou silou je nadlehčován ocelový předmět o hmotnosti 77 kg, je-li úplně ponořen do vody ?

$$m = 77\text{kg}$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho_o = 7700\text{kg/m}^3$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$F_{vz} = ?\text{N}$$

$$\begin{aligned}\text{objem tělesa: } V &= \frac{m}{\rho} \\ V &= \frac{77}{7700} \text{ [m}^3\text{]} \\ V &= 0,01\text{m}^3\end{aligned}$$

$$F_{vz} = V\rho_v g$$

$$F_{vz} = 0,01 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 100\text{N}$$

Odp.: Ocelový předmět je nadlehčován silou 100N.

5. Průměrná hustota lidského těla je 1100kg/m^3 . Jakou silou je nadlehčován člověk o hmotnosti 66kg, je-li zcela ponořen do vody ?

$$\rho_t = 1100\text{kg/m}^3$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$m = 66\text{kg}$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

$$\begin{aligned}\text{objem lidského těla: } V &= \frac{m}{\rho} \\ V &= \frac{66}{1100} \text{ [m}^3\text{]} \\ V &= 0,06\text{m}^3\end{aligned}$$

$$F_{vz} = V\rho_v g$$

$$F_{vz} = 0,06 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 600\text{N}$$

Odp.:Člověk o hmotnosti 66 kg je ve vodě nadlehčován silou 600N.

6.Jak velkou silou je nadlehčován kámen o hmotnosti 3kg a hustotě 2500kg/m^3 ve vodě a v lihu ?

$$m = 3\text{kg}$$

$$\rho_k = 2500\text{kg/m}^3$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$\rho_l = 800\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{objem kamene: } V &= \frac{m}{\rho_k} \\ V &= \frac{3}{2500} \text{ [m}^3\text{]} \\ V &= 0,0012\text{m}^3 \end{aligned}$$

ve vodě: v lihu:

$$F_{vz} = V\rho_v g$$

$$F_{vz} = V\rho_l g$$

$$F_{vz} = 0,0012 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]} \quad F_{vz} = 0,0012 \cdot 800 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 12\text{N} \quad F_{vz} = 9,6\text{N}$$

Odp.:Kámen je ve vodě nadlehčován silou 12N a v lihu silou 9,6N.

7.Jak velkou silou zdviháme kámen, který je ponořen ve vodě, je-li jeho tíha na vzduchu 145N a objem $5,5 \text{ dm}^3$?

$$F_g = 145\text{N}$$

$$V_k = 5,5\text{dm}^3 = 0,0055\text{m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

$$F_{vz} = V_k \rho_v g$$

$$F_{vz} = 0,0055 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 55 \text{ N}$$

Odp.: Kámen ve vodě zdvihneme silou 55N.

8. Kámen o objemu 6 dm^3 a hmotnosti 14kg zavěsíme na pružinu siloměru. Jakou sílu naměříme, jeli celý ponořený do vody?

$$m_k = 14 \text{ kg}$$

$$V_k = 6 \text{ dm}^3 = 0,006 \text{ m}^3$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

$$F_{vz} = V_k \rho_v g$$

$$F_{vz} = 0,006 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 60 \text{ N}$$

Odp.: Naměříme sílu 60N.

9. Těleso je zcela ponořeno do vody v nádobě. Změní se velikost jeho vztlačové síly, když do nádoby přilijeme vodu?

Odp.: Nezmění, protože vztlačová síla nezávisí na hloubce.

10. Na koncích rovnoramenných vah jsou zavěšena stejná závaží. Změní se rovnováha ponoříme-li a. obě tělesa do vody, b. jedno do vody, jedno do lihu, c. jenom jedno do lihu?

Odp.: a. ne, b. ano, c. ano.

11.Co pozorujete v létě na koupališti, snažíte-li se ponořit nafukovací balón pod vodu ?

Odp.:Na balón působí vztlaková síla, která ho nutí vyplout na hladinu.

12.Seřadte tělesa podle velikosti vztlakové síly, která na ně působí, jsou-li ponořena do vody:hliníková kulička, železná kulička, dlažební kostka, panel.

Odp.:Největší působí na panel, potom na dlažební kostku a na hliníkovou a železnou kuličku působí stejná vztlaková síla.

13.Jak velká vztlaková síla působí na těleso o objemu 15dm^3 ponořeného do oleje a do vody ?

$$V = 15\text{dm}^3 = 0,015\text{m}^3$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$\rho_o = 900\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$F_{vzo} = ? \text{ N}$$

$$F_{vzv} = ? \text{ N}$$

$$F_{vzo} = V\rho_o g$$

$$F_{vzo} = 0,015 \cdot 900 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vzo} = 135\text{N}$$

$$F_{vzv} = V\rho_v g$$

$$F_{vzv} = 0,015 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ [N]}$$

$$F_{vzv} = 150\text{N}$$

Odp.:Na těleso ponořené ve vodě působí vztlaková síla 150N a na těleso ponořené v oleji 135N.

14.Máme tělesa z různých materiálů: z korku, ledu, zlata, železa a duralu. Vyberte tělesa, která budou plavat v glycerolu.

$$\text{hustota:korku} = 250\text{kg/m}^3$$

$$\text{ledu} = 910\text{kg/m}^3$$

$$\text{zlata} = 19300\text{kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{železo} &= 7870 \text{ kg/m}^3 \\ \text{dural} &= 2800 \text{ kg/m}^3 \\ \text{glycerol} &= 1260 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Odp.: V glycerolu bude plavat korek a led.

15. Na těleso ponořené do vody působí vztlaková síla o velikosti 350N. Určete objem tohoto tělesa a zjistěte, z jakého materiálu je vyrobeno, jestliže jeho hmotnost je 28kg.

$$F_{vz} = 350 \text{ N}$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$m = 28 \text{ kg}$$

$$V_t = ? \text{ m}^3$$

$$\rho_t = ? \text{ kg/m}^3$$

$$V_t = \frac{F_{vz}}{\rho_v g}$$

$$V_t = \frac{350}{10000} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_t = 0,035 \text{ m}^3$$

$$\rho_t = \frac{m}{V_t}$$

$$\rho_t = \frac{28}{0,035} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\rho_t = 800 \text{ kg/m}^3$$

Odp.: Objem tělesa je 0,035m³ a je vyrobeno ze dřeva.

16. Na kovové závaží o hmotnosti 1dkg působí vztlaková síla 1,3N. Určete objem závaží.

$$m = 1 \text{ dk} = 0,01 \text{ kg}$$

$$F_{vz} = 1,3 \text{ N}$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$V = ? \text{ m}^3$$

$$V = \frac{F_{vz}}{\rho_v g}$$

$$V = \frac{1,3}{10000} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V = 0,00013\text{m}^3 = 130\text{cm}^3$$

Odp.: Objem závaží je 130cm^3 .

17. Určete hmotnost tělesa z oceli, je-li ve vodě nadlehčováno silou $0,5\text{N}$.

$$F_{vz} = 0,5\text{N}$$

$$\rho_o = 7800\text{kg/m}^3$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$m = ? \text{ kg}$$

$$V_t = \frac{F_{vz}}{\rho_v g}$$

$$V_t = \frac{0,5}{10000} \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V_t = 0,00005\text{m}^3$$

$$m = \rho_o V_t$$

$$m = 7800 \cdot 0,00005 \text{ [kg]}$$

$$m = 0,39\text{kg}$$

Odp.: Hmotnost tělesa z oceli je $0,39\text{kg}$.

18. Převeďte jednotky:

$$10\text{l} = 0,01 \text{ m}^3$$

$$21,3\text{kN} = 21300 \text{ N}$$

$$0,005\text{MN} = 5000 \text{ N}$$

$$6\text{ml} = 0,006 \text{ cm}^3$$

$$10\text{kg/m}^3 = 0,01 \text{ g/cm}^3$$

19. Jak velkou silou je nadlehčována železná tyč o hmotnosti 20kg ponořená ve vodě ?

$$m = 20\text{kg}$$

$$g = 10\text{N/kg}$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{Fe} = 7870 \text{ kg/m}^3$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

$$V = m : \rho_{Fe}$$

$$V = 20 : 7870 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$V = 0,0025 \text{ m}^3$$

$$F_{vz} = V\rho g$$

$$F_{vz} = 0,0025 \cdot 10000 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 25 \text{ N}$$

Odp.: Železná tyč je nadlehčována silou 25N.

20. Určete velikost vztlakové síly působící na člun o hmotnosti 50kg, je-li ve vodě ponořeno 6m³ ?

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$V = 6 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

$$F_{vz} = V\rho g$$

$$F_{vz} = 6 \cdot 10000 \text{ [N]}$$

$$F_{vz} = 60000 \text{ N}$$

$$F_{vz} = 60 \text{ kN}$$

Odp.: Vztlaková síla působící na člun má velikost 60kN.

2.5. Archimédův zákon (VŠ)

Důležitým důsledkem hydrostatického tlaku způsobeného vlastní vahou kapaliny je Archimédův zákon, který říká, že těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno silou, která se rovná tíze kapaliny vytlačené ponořeným tělesem.

Na každé těleso ponořené do kapaliny působí kromě vztlakové síly síla gravitační. Podle vzájemného vztahu mezi silou vztakovou a silou gravitační usuzujeme na chování tělesa v kapalině:

$$F_g = F_{vz} - \text{těleso se vznáší a výslednice sil je nulová}$$

-hustota tělesa je rovna hustotě kapaliny

$F_g > F_{vz}$ -těleso se potápí a výslednice sil směřuje dolů

-hustota tělesa je větší než hustota kapaliny

$F_g < F_{vz}$ -těleso stoupá a výslednice směřuje svisle vzhůru

-hustota tělesa je menší než hustota kapaliny

2.5.1. Archimédův zákon (ZŠ)

Znění Archimédova zákona:

Na těleso ponořené do kapaliny působí svisle vzhůru vztlačová síla. Velikost vztlačové síly je $F_{vz} = V\rho_k g$, kde V je objem ponořené části tělesa a ρ_k je hustota kapaliny.

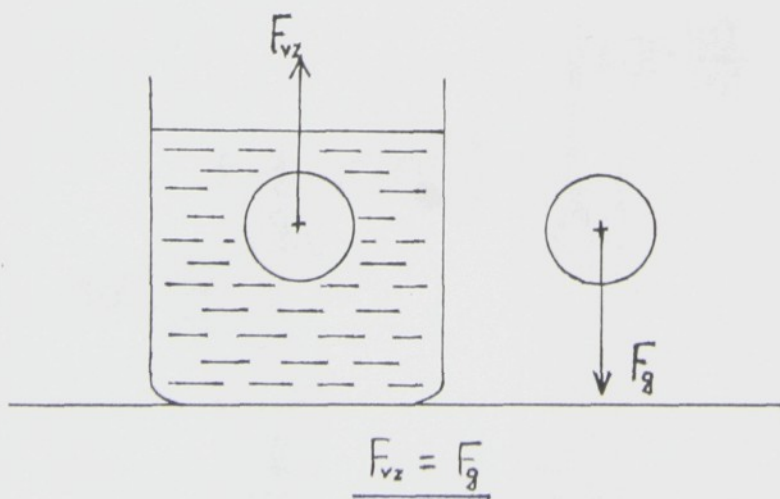
Zákon objevil řecký učenec Archimedes (287-212 př.n.l.).

-gravitační síla působící na těleso $F_g = mg$

-hmotnost tělesa $m = V\rho_k$

-dostaneme: $F_g = V\rho_k g$

-z rovnosti $F_g = F_{vz}$ vyplývá: $F_{vz} = V\rho_k g$



obr.9

Potápění, plování a vznášení se stejnorodého tělesa v kapalině

Při plování tělesa v kapalině na něj působí dvě stálé síly, které jsou v rovnováze: gravitační síla Země F_g a

vztlaková síla F_{vz} odpovídající té části tělesa, která je ponořena v kapalině.

$F_g = F_{vz}$ -těleso se vznáší a výslednice sil je nulová

-hustota tělesa je rovna hustotě kapaliny

$F_g > F_{vz}$ -těleso se potápí a výslednice sil směřuje dolů

-hustota tělesa je větší než hustota kapaliny

$F_g < F_{vz}$ -těleso stoupá a výslednice směřuje svisle vzhůru

-hustota tělesa je menší než hustota kapaliny

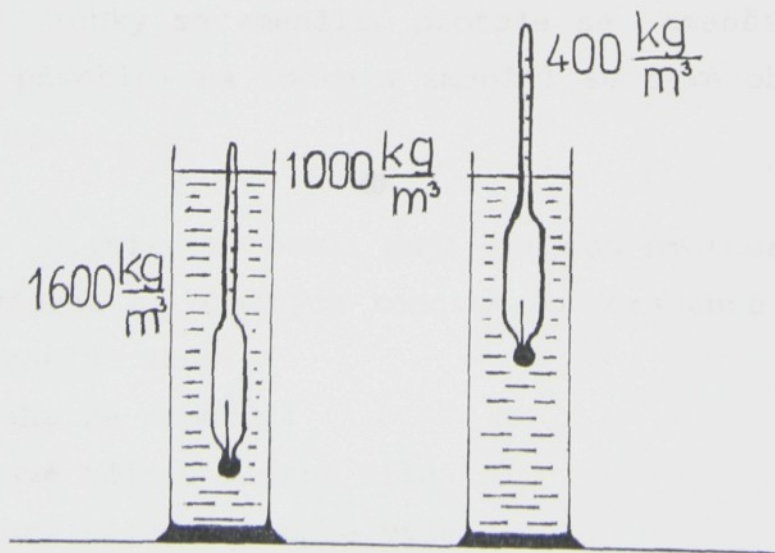
Plování nestejnorodých těles

Při vhodné úpravě mohou plovat v kapalině i tělesa, která jsou převážně zhotovena z materiálů o větší hustotě, než je hustota kapaliny (obvykle jsou to dutá tělesa).

Těleso plovoucí v různých kapalinách se ponoří tím větší částí svého objemu do kapaliny, čím menší je hustota kapaliny.

Hustoměr

Skleněná nádoba vhodného tvaru, dole zatížená a na horní části opatřená stupnicí. Slouží k určování hustot kapalných látek.



2.5.2.Příklady

Otázky k opakování :

- 1.Jak zní Archimédův zákon pro kapaliny ?
- 2.Jak se chová volné stejnorodé těleso, které je úplně ponořené do kapaliny ? Na čem závisí jeho chování?
- 3.Kdy plove těleso v kapalině ?
- 4.Na základě jakého poznatku je založen hustoměr a jak je konstruován ?
- 5.Kteří lidé plavou snáze, štíhlí nebo silní ?
- 6.Do nádoby se rtutí bylo vhozeno několik ocelových kuliček. Klesnou na dno nebo budou plovat ?

-
- 1.Z loďky vystoupil muž o hmotnosti 80kg a na jeho místo usedly dvě dívky o hmotnosti 32kg a 37kg.Změnil se ponor loďky ? Změnil se objem vytlačené kapaliny ?

hmotnost muže.....80kg

hmotnost dívek....32kg + 37kg = 69kg

Odp.:Ponor loďky se zmenšil, protože se zmenšila vztlaková síla působící na loďku a zmenšil se také objem vytlačené kapaliny.

- 2.Tělesa z hliníku a oceli mají stejnou hmotnost. Obě tělesa jsou zavěšena na opačných koncích rovnoramenné páky.Ponoříme je současně do vody:

a.rovnováha se neporuší

b.hliníkové těleso klesne níže

c.hliníkové těleso stoupne výše

d.ocelové těleso stoupne výše

Odp.:c.

3. Máme sklenici s vodou a čerstvé vejce. Vysvětli, proč klesne ke dnu. Budeme-li přidávat do vody kuchyňskou sůl, vejce se začne vznášet. Vysvětli proč.

Odp.: Čerstvé vejce klesne ke dnu, protože $F_g > F_{vz}$.

Rozpouštíme-li ve vodě kuchyňskou sůl, zvětšuje se hustota vodního roztoku soli a tím i F_{vz} . Je-li $F_g = F_{vz}$, vejce se vznáší. Pro případ $F_g < F_{vz}$ plove.

4. Stříbrný peníz o hmotnosti 18g je ve vodě nadlehčován silou 0,018N. Jakou má hmotnost ?

$$m = 18\text{g} = 0,018\text{kg}$$

$$F = 0,018\text{N}$$

$$\rho = ?$$

Voda nadlehčovaná silou 1N má objem 100cm^3 .

Voda nadlehčovaná silou 0,018N má objem $1,8\text{cm}^3$.

Stejný objem má i mince. Hustota mince: $\rho = \frac{m}{V}$

$$\rho = 18 : 1,8 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = 10\text{g/cm}^3$$

Odp.: Mince má hustotu 10g/cm^3 .

5. Vyber tři kovy (dle tabulky), ze kterých vyrobená stejnorodá tělesa klesají ve rtuťi ke dnu.

$$\rho_{\text{Hg}} = 13500\text{kg/m}^3$$

Odp.: Např.: platina, osmium, zlato, tantal.

6. Loď vyplula z řeky do moře. Změnil se objem ponořené části lodi a proč ?

Odp.: Objem ponořené části se zmenšil, protože hustota mořské vody je větší než hustota vody říční.

7. Tělesa z hliníku mají stejný objem. Změní se poloha vahadla, jestliže obě tělesa ponoříme současně do nádob s vodou a lihem ?

- a. záleží na hloubce ponoření těles
- b. těleso v lihu klesne
- c. vahadlo zůstane v nezměněné poloze
- d. těleso ve vodě klesne

Odp.: b.

8. Vyhledej v tabulkách hustotu glycerolu, vody, ethanolu a peroxidu vodíku. Seřaď je podle velikosti a urči jak se v jednotlivých kapalinách bude chovat těleso ze dřeva.

hustota dřeva: 800 kg/m^3

tab. 3

kapalina	peroxid	glycerol	voda	ethanol
hustota [kg/m^3]	1 450	1 260	1 000	789

Odp.: Těleso ze dřeva bude v glycerolu, vodě a peroxidu plovat a v ethanolu se bude vznášet.

9. Chlapec zvedl ve vodě kámen o hmotnosti 75 kg a hustotě 2500 kg/m^3 . Jakou hmotnost bude mít kámen, který zvedne ve vzduchu, bude-li na něj působit stejně velkou silou jako ve vodě ?

$$m = 75 \text{ kg}$$

$$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$m_v = ?$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{75}{2500}$$

$$V = 0,03 \text{ m}^3$$

$$F_{vz} = V \rho_v g$$

$$F_{vz} = 0,03 \cdot 1000 \cdot 10$$

$$F_{vz} = 300 \text{ N}$$

$$F_{vz} = F_g$$

$$F_g = 300 \text{ N}$$

$$F_g = mg$$

$$m = \frac{F_g}{g}$$
$$m = \frac{300}{10} \text{ kg}$$
$$m = 30 \text{ kg}$$

Odp.: Kámen by měl na vzduchu hmotnost 30kg.

10. Ke korkovému tělesu o hmotnosti 1 kg připojíme olovo takové hmotnosti, aby se těleso jako celek vznášelo ve vodě. Jak velkou hmotnost má připojené olovo ?

$$m_k = 1 \text{ kg}$$
$$\rho_k = 250 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_o = 11300 \text{ kg/m}^3$$
$$m_o = ? \text{ kg}$$

$$\text{objem korku: } V_k = \frac{m_k}{\rho_k} = \frac{1}{250}$$

$$\text{objem olova: } V_o = \frac{m_o}{11300}$$

$$\text{objem vytlačené vody: } V_v = (1 + m_o) : 1000$$

$$V_k + V_o = V_v$$

$$(1 : 250) + (m_o : 11300) = (1 + m_o) : 1000$$

$$(100 : 25) - 1 = m_o - (10m_o : 113)$$

$$76 : 25 = m_o (103 : 113)$$

$$m_o = 3,47 \text{ kg}$$

Odp.: Připojené olovo má hmotnost 3,47kg.

11. Ledová kra o průměrné výšce 1m plove na vodě. Jak velká část její výšky je ponořená ve vodě ?

$$h_k = 1 \text{ m}$$
$$\rho_k = 918 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$
$$h_v = ? \text{ m}$$

$$F_{vz1} = Sh_k \rho_k g$$

$$F_{vz2} = Sh_v \rho_v g$$

$$F_{vz1} = F_{vz2}$$

$$Sh_k \rho_k g = Sh_v \rho_v g$$

$$h_k \rho_k = h_v \rho_v$$

$$h_v = \frac{h_k \rho_k}{\rho_v}$$

$$h_v = \frac{918}{1000}$$

$$h_v = 0,918m$$

Odp.: Ve vodě je ponořena 0,918m ledové kry.

12. Na rovníramenných váhách je vyvážena nádoba s vodou. Poruší se rovnováha, když do vody ponoříme prst? Vysvětlete.

Odp.: Na prst ponořený do vody působí podle Archimédova zákona vztlaková síla, která směřuje svisle vzhůru. Prst tlačí stejně velkou silou opačného směru na kapalinu (zákon akce a reakce). Proto klesne ta míška vah, na které je nádoba s vodou.

13. Proč zazátkovaná prázdná láhev plove ve vodě, přestože hustota skla je větší než hustota vody ?

Odp.: Láhev je uvnitř dutá, a proto při jejím úplném ponoření je $F_g < F_{vz}$.

14. Dřevěná koule plove na vodě. Kolik dm^3 je ponořeno, je-li její objem $4,5dm^3$ a hustota $800kg/m^3$.

$$\rho_k = 800kg/m^3$$

$$V_k = 4,5dm^3$$

$$\rho_v = 1000kg/m^3$$

$$V_v = ? dm^3$$

$$F_{vz1} = V_k \rho_k g$$

$$V_k \rho_k = V_v \rho_v$$

$$F_{vz2} = V_v \rho_v g$$

$$V_v = (\rho_k : \rho_v) \cdot V_k$$

$$F_{vz1} = F_{vz2}$$

$$V_v = (800:1000) \cdot 4,5 \text{ [dm}^3\text{]}$$

$$V_v = 3,6 \text{ dm}^3$$

Odp.: Je ponořeno 3,6 dm³ koule.

15. Tři krychle o objemu 1 m³ z olova, hliníku a železa ponoříme do vody. Na kterou působí největší, a na kterou nejmenší vztlaková síla ?

Odp.: Na všechny tři působí stejná vztlaková síla.

16. Tři krychle o hmotnosti 1 kg z olova, hliníku a železa ponoříme do vody. Na kterou působí největší, a na kterou nejmenší vztlaková síla ?

$$\rho_{Pb} = 11300 \text{ kg/m}^3 \quad V_{Pb} = 88 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^3 \quad V_{Al} = 370 \text{ cm}^3$$

$$\rho_{Fe} = 7870 \text{ kg/m}^3 \quad V_{Fe} = 127 \text{ cm}^3$$

Odp.: Vztlaková síla závisí na objemu ponořené části tělesa, hustotě kapaliny a gravitační konstantě. Největší síla působí na těleso z hliníku a nejmenší na těleso z olova.

17. Vyber tři kovy, z nichž vyrobená stejnorodá tělesa klesají v ethanolu ke dnu.

$$\rho_{eth} = 789 \text{ kg/m}^3$$

Odp.: Např.: wolfram (19300 kg/m³), olovo (11300 kg/m³), zlato (19300 kg/m³).

18. Těleso o hmotnosti 55kg je zavěšeno na siloměru a celé ponořeno do vody. Siloměrem naměříme údaj 70N. Určete hustotu tělesa.

$$m = 55\text{kg}$$

$$F_{vz} = 70\text{N}$$

$$\rho_v = 1000\text{kg/m}^3$$

$$\rho_t = ?$$

$$F_{vz} = V_t \rho_v g$$

$$V_t = \frac{F_{vz}}{\rho_v g}$$

$$V_t = \frac{70}{10000}$$

$$V_t = 0,007\text{m}^3$$

$$\rho_t = \frac{m_t}{V_t}$$

$$\rho_t = \frac{50}{0,007}$$

$$\rho_t = 7857\text{kg/m}^3$$

$$\rho_t = \rho_{Fe}$$

Odp.: Hustota ponořeného tělesa je přibližně 7857kg/m³, což odpovídá hustotě železa.

19. Vyluštěte tajenku, ve které se skrývá jméno slavného řeckého matematika a fyzika (287-212př.n.l.) a vyslovte jeho známý fyzikální zákon.

1. *
2. . *
3. *
4. . *
5. *
6. . *
7. *
8. . . . *
9. *

1.síla působící svisle vzhůru na těleso ponořené do kapaliny;
2.konstanta g se nazývá.. ; 3.těleso ponořené do kapaliny
zvedneme s menší námahou ve vodě než na ...; 4.hustota vody v
 kg/m^3 ; 5.skleněná trubice na měření hustoty; 6.jednotka síly;
7.kam směřuje výslednice gravitační a vztlakové síly,
potápí-li se těleso; 8.velikost vztlakové síly závisí na
hustotě kapaliny,gravitační konstantě a... 9. veličina, jejíž
jednotkou je N.

Odp.:Tajenka:Archimédes

20.Máme kbelík naplněný vodou. Je snadnější vytahovat ho ze
studny, když je ještě celý ponořený ve vodě nebo se snadněji
vytahuje na vzduchu ?

Odp.:Kbelík s vodou je lehčí, je-li ještě ponořen ve vodě,
protože je nadlehčován vztlakovou silou.

3.Tabulka hustot:

(uvádíme látky používané v této sbírce)

tab.4

název látky	hustota [kg/m ³]
korek	250
ethanol	789
dřevo	800
olej	900
led	910
voda	1 000
mořská voda	1 030
glycerol	1 260
dural	2 800
ocel	7 800
železo	7 870
olovo	11 300
rtuť	13500
tantal	16 600
wolfram	19 300
zlato	19 300
platina	21 400
osmium	22 600

4. Závěr

Tato diplomová práce se věnuje tematickému fyzikálnímu celku "Mechanika kapalin".

Skládá se z teoretického rozboru učiva způsobem jakým se učí na vysoké a základní škole. Jsou zde vytyčeny základní cíle a některé problémy, s kterými se žáci při výuce mohou setkat. Zejména při uvádění témat, která mohou činit potíže jsme vycházeli ze zkušeností získaných v rámci souvislé pedagogické praxe na ZŠ Dobiášova v Liberci.

Hlavní částí práce je banka řešených monotematických úloh, rozčleněných do pěti okruhů, které mají ukázat postup, úplnost a formu zápisu řešených příkladů. Obsah tematických okruhů je v souladu s platnými učebními osnovami a učebnicemi fyziky pro základní školy [BKK].

V práci je užita terminologie a symbolika jako v učebnicích fyziky pro základní školy. V závěrečné části jsme také uvedli tabulku hustot látek používaných v uvedených úlohách. Vzhledem k dnes běžnému používání kalkulačků v hodinách fyziky nebylo nutné upravovat numerická zadání tak, aby výsledky byly celočíselné.

Vytvořením sbírky řešených úloh k danému tématu jsme chtěli usnadnit práci učitelům, kteří ve svých hodinách využijí velké množství úloh při výkladu látky i při procvičování. Zda je tato práce skutečným přínosem pro učitele fyziky, ukáže až její následné uvedení do praxe.

Seznam použité literatury

- [Chy] Chytilová, M.: Řešení fyzikálních úloh na ZŠ.
(časopis:Matematika a fyzika ve škole, číslo 11, ročník 1980/81).
- [KRM] Kluvanec, D. - Rakovská, M. - Murvay, L. - Hašková, A.:
Vybrané kapitoly z didaktiky fyziky. Nitra, PF 1992.
- [MPP] Maršák, J. - Paková, D. - Purkart, J. - Veselík, P.:
Fyzika v sešitě. Praha, Fortuna 1991.
- [Pát] Pátek, Z.: Řešené úlohy z fyziky pro základní školy.
Děčín, OPS 1989.
- [Boh] Bohuněk, J.: Sbírka úloh z fyziky pro základní školy,
2.díl. Praha, Galaxie 1993.
- [HoK] Horák, Z. - Krupka, F.: Fyzika. Praha, SNTL 1996.
- [Vol] Volf, I.: Metodika řešení úloh ve vyučování fyzice.
Praha, JČSMF 1975.
- [RuT] Rudolf, V. - Tesar, J.: Třetí ročník fyzikální
olympiády. Praha, SPN 1963.
- [Mac] Macháček, M.: Fyzika 7, 2.díl. Praha, SPN 1991.
- [BCK] Běloun, F. - Chytilová, M. - Kolářová, R. - Petera, M. -
Vojtík, J.: Tabulky pro základní školu. Praha, SPN 1988.
- [BKK] Bohuněk, J. - Kolářová, R. - Klobušický, K. -
Procházková, E.: Fyzika pro 7. ročník základní školy,
část A. Praha, SPN 1992.
- [BKP] Bohuněk, J. - Kolářová, R. - Klobušický, K. -
Procházková, E.: Fyzika pro 7. ročník základní školy,
část B. Praha, SPN 1992.
- [KKP] Bohuněk, J. - Kolářová, R. - Klobušický, K. -
Procházková, E.: Metodická příručka k učebnici fyziky
pro 7. ročník základní školy. Praha, SPN 1992.