

DATABÁZE ÚLOHY PRO NADANÉ

Kapaliny PŘÍRODOVĚDNĚ BADATELSKÁ OBLAST

učivo pro druhý stupeň ZŠ nebo nižší gymnázium

**Mgr. Vendula Provazníková, Gymnázium Židlochovice, příspěvková
organizace**



Cíl:

Poznat a vysvětlit vlastnosti kapalin. V praxi vyzkoušet a na základě pokusů rozlišit shodné a rozdílné vlastnosti newtonovských a neneutronovských kapalin.

Pomůcky:

U trubice, PET lahve, hadičky, nůžky, průhledná ohebná brčka, izolepa případně tavná pistole, 2 sklenice či kádinky
Odměrný válec, laboratorní váhy
miska (či větší mísa, lavor)

Chemikálie

voda, škrob, olej, cukernatý sirup
benzín (H225, H304, H336, H411, P102, P210, P273, P280, P301+310+331, P403+233, P501)¹
ethanol (H225, H319, P210, P233)²

Realizace

Uvedení do tématu:

Kdo to byl Isaac Newton?

Jaké jsou základní vlastnosti kapalin?

Jaké vlastnosti má voda?

Čím se liší jednotlivé kapaliny?

Proč se některé mísí a některé ne?

Jaké jsou základní vlastnosti pevných látek?

Kterými vlastnostmi se od sebe liší kapaliny a pevné látky?

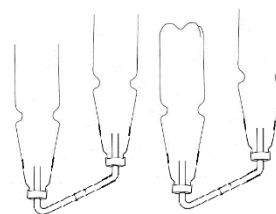
Může mít jedna látka či směs látek vlastnosti obou?

Proč mřila první otázka na Isaaca Newtona?

Pokus 1

Spojené nádoby

Nalijte vodu do U-trubice, pozorujte výšku hladin.



Obr. 1 Spojené nádoby z PET lahví

Spojené nádoby z PET lahví

Sestrojte ve dvou exemplářích totéž ve větším z PET lahví a hadičky. V jednom případě uřízněte oběma PET lahvím dna, ve druhém jen jedné.

Navrhněte sami pokusy, jak prozkoumat chování kapalin. (v jedné lahvi hodně vody, přelije se?, dávat lahve výš a níž, v uzavřené lahvi mačkat atd.)

Spojené nádoby z brček

Spojte kratší části dvou brček naříznutím, zasunutím a zajištěním spoje tavnou pistolí.

Do spojených brček nalijte obarvenou kapalinu, např. čaj. Pozorujte hladiny v obou částech. Díky kolénku na brčkách s nimi můžete pohybovat, jedno níž a jedno výš, ucpat vrchní otvor atd.



Obr. 2 Spojené nádoby z brček³

Čerpadlo z brček

Sestavte si pokusnou aparaturu: jedna sklenice či kádinka s menším množstvím kapaliny níže a druhá s větším množstvím kapaliny výše (viz obrázek). Spojená brčka naplňte kapalinou celá, prsty ucpěte otvory, otočte dnem vzhůru a rychle vnořte každou část do jedné sklenice. Pozorujte. Kde se ustálí hladiny kapaliny v kádinkách? Chcete-li přečerpat kapalinu zpět, musíte nižší sklenici pozvednout nad úroveň vyšší.



Obr. 3 Čerpadlo z brček⁴

Pokus 2

Hustota a polarita kapalin – dvě rozdílné vlastnosti

Častá odpověď žáků na otázku, proč se olej a voda nemísí, je, že mají rozdílnou hustotu. To je sice pravda, ale není to příčinou jejich nemísitelnosti.

Pomocí odměrného válce a laboratorních vah změříme objem a hmotnost a vypočítáme hustotu vody, oleje, cukrového sirupu, benzínu a ethanolu. Všechny kromě sirupu lze také najít v tabulkách či na internetu.

látky	hustota g/cm ³
voda	
olej	
benzín	
ethanol	
sirup	

Pokusíme se smíchat malá množství látek (stačí 1 ml), výsledky zapíšeme do tabulky.

	voda	olej	benzín	ethanol	sirup
voda					
olej					
benzín					
ethanol					
sirup					

Potvrdila se teorie o hustotě?

Vyhledejte nebo nakreslete molekuly zkoumaných látek a určete polaritu vazeb obsažených v molekulách. Závisí na rozdílu elektronegativity atomů zúčastněných ve vazbě.

	struktura	charakter látky
voda		
olej		
benzín		
ethanol		
sirup		

Pokus 3Rozdíly mezi newtonovskou a nenewtonovskou kapalinouVideo⁵<https://www.youtube.com/watch?v=M9oDGURgVHY>

Namíchejte v jedné misce směs škrobu a vody, do druhé misky dejte stejné množství vody. Zkoumejte rozdílné vlastnosti. (nápad, co s tím dělat: protékání mezi prsty, průchod ruky kapalinou pomalu/rychle, lze kapalinu „roztrhnout“? atd.)

Zdroje:

1. Bezpečnostní list benzínu

https://eshop.paramo.cz/data/VyrobkovaDokumentace/bl21_cz_techicky_benzin_80_110_v2_0a.pdf2. Bezpečnostní list ethanolu <https://data.verkon.cz/doc/03/03-KAT02863M1000.PDF>

3. Obr. 1 Spojené nádoby z PET lahví, nákres autorka

4. Obr. 2 Spojené nádoby z brček, foto autorka

5. Obr. 3 Čerpadlo z brček, foto autorka

6. Video www.laborky.czhttps://www.youtube.com/watch?v=M9oDGURgVHY**Řešení**

Kdo to byl Isaac Newton? Anglický vědec, matematik, filozof, astronom, fyzik, teolog. Zakladatel exaktní vědy, tedy vědy založené na výsledcích nejrůznějších měření. Mimo jiné se zabýval i kapalinami a jejich viskozitou.

Jaké jsou základní vlastnosti kapalin? Volný pohyb jejich částic, schopnost přelévání, neschopnost držet vlastní tvar.

Jaké vlastnosti má voda? Polární kapalina.

Čím se liší jednotlivé kapaliny? Hustotou, polaritou, viskozitou.

Proč se některé mísí a některé ne? Mají rozdílnou hustotu a polaritu.

Jaké jsou základní vlastnosti pevných látek? Schopnost držet vlastní tvar, pevné umístění jejich částic v pravidelné krystalové mřížce či nepravidelně.

Kterými vlastnostmi se od sebe liší kapaliny a pevné látky? Možností pohybu částic.

Může mít jedna látka či směs látek vlastnosti obou? Snad ano, když se na to ptáte:-) Je to například směs škrobu a vody.

Proč mířila první otázka na Isaaca Newtona? Zabýval se také kapalinami a jejich viskozitou. Formuloval zákon viskozity, který stanovuje přímo úměrný vztah mezi působením sil na kapalinu a rychlostí deformace kapaliny, kde konstantou úměrnosti je viskozita kapaliny. Kapaliny, které se chovají v souladu s tímto zákonem, např. voda, se označují jako newtonské/newtonovské kapaliny. Některé látky ale tento zákon nesplňují, např. směs škrobu a vody.

Pokus 1Spojené nádoby

Hladiny v obou částech U trubice jsou stejně vysoko, protože na obě působí stejný atmosférický tlak a také hydrostatický tlak v kapalině je ve všech místech stejný.

Spojené nádoby z PET lahví

Výše uvedené chování u pro sestavu dvou PET lahví s uříznutými dny, ať už je mačkáme či nakláníme jakkoliv. V případě, že má uříznuté dno jen jedna, do nedotčené nádoby nemůže vzduch a na kapalinu v ní nepůsobí atmosférický tlak, spojené nádoby v tomto případě nefungují.

Spojené nádoby z brček

Podobně jako u skleněné U trubice, jakkoliv manipulujeme s brčky, jedno či druhé zvedáme, hladiny v obou částech budou vždy stejně vysoko. Pokud jedno z nich ucpeme, tento princip přestává fungovat.

Čerpadlo z brček

Po vnoření naplněného brčka do obou sklenic opět funguje princip spojených nádob. Nevadí, že spojení tentokrát vede výš, než jsou samotné hladiny kapalin.

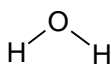
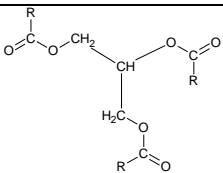
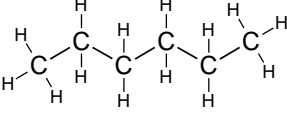
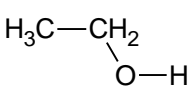
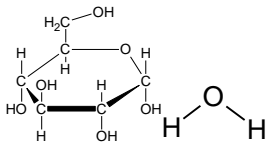
Pokus 2

Výsledky:

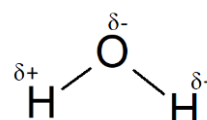
látky	hustota g/cm ³
voda	1
olej	0,75
benzín	0,7
ethanol	0,79
sirup	1,2

	voda	olej	benzín	ethanol	sirup
voda					
olej	ne				
benzín	ne	ano			
ethanol	ano	ne	ne		
sirup	ano	ne	ne	ano	

Z výsledků v tabulce vyplývá, že klíčem není hustota (látky rozdílných hustot, např. ethanol a sirup, se mísí, naopak i látky podobných hustot, např. ethanol a benzín, se nemísí).

	struktura	charakter látky
voda		Polární látka, na kyslíku částečný záporný náboj, na vodíku částečný kladný náboj.
olej		Nepolární látka. R ve struktuře představuje řetězec nejméně 15 uhlíků za sebou, vazby uhlík-uhlík a rovněž uhlík-vodík jsou nepolární. V molekule jsou také polární skupiny C=O, ale dlouhé uhlíkové řetězce jsou pro charakter látky určující.
benzín		Nepolární látka, viz výše.
ethanol		Polární látka. Nepolární vazba C-C v charakteru molekuly nepřeváží polární skupinu -OH.
sirup		Sirup je směs vody, cukru a dalších látek, jako jsou barviva, příchutě, aroma a konzervanty, tyto látky jsou však přítomny v menším množství. Voda je polární látka (viz výše), cukr vzhledem k množství -OH skupin také.

Pokud látky obsahují skupinu -OH (nebo jinou skupinu, kde jsou spolu vázány prvky s větším rozdílem elektronegativity), jsou polární, rozložení částečného náboje na vazbě kyslík-vodík vypadá takto:



Voda, ethanol a cukr jsou tedy látky polární a dobře se mezi sebou mísí. Naopak benzín a olej obsahují delší řetězce vazeb uhlík-uhlík a vazby uhlík-vodík, které jsou nepolární. Mísí se tedy spolu, ale ne s polárními látkami.

Pravidlo mísení látek říká, že látky podobného charakteru se mísí za vzniku homogenní směsi (roztoku). Je to dáno uspořádáním molekul opačnými náboji k sobě u polárních látek a nepřítomností nábojů u nepolárních látek. Lze také mísit látky rozdílné polarity, ale musíme použít tzv. emulgátor, prostředníka, který váže jak polární, tak i nepolární látky. Potom vzniká heterogenní směs (emulze).

Pokus 3

Správně namíchaná směs škrobu s vodou je tzv. newtonovská kapalina. Na rozdíl od newtonské kapaliny, rychlost její deformace není přímo úměrná působení vnější síly. Pokud působíme malou silou (pomalu vnořujeme do kapaliny např. prst), kapalina se deformuje (obtéká prst), chová se jako většina běžných kapalin. Pokud ale působíme velkou silou (rychle udeříme do povrchu kapaliny např. pěstí), chová se jako pevná látka, nedeformuje se. Je to způsobeno tím, že dlouhé řetězce molekul škrobu mají při pomalém působení čas se rozestoupit, zatímco při rychlém působení a velkém tlaku se spíše zamotají do sebe a v daném místě kapalina klade odpor. Proto lze bažinu rychle s dupáním přeběhnout, ale pomalu s opatrným našlapováním se potopíme.