

PASCALŮV ZÁKON

Mgr. Zdeněk Hromádka, Ph.D.

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Zdeněk Hromádka.

Dostupné z Metodického portálu www.rvp.cz, ISSN: 1802-4785.

Provozuje Národní pedagogický institut České republiky (NPI ČR).

BLAISE PASCAL

- Přední francouzský matematik, fyzik, teolog a filozof 17. století.
- Jako matematik se zabýval především geometrií, algebrou, kombinatorikou a teorií pravděpodobnosti.
- Pro svého otce zkonstruoval mechanický kalkulátor – počítačový stroj, který uměl sčítat a odčítat.
- Ve fyzice se proslavil zejména zkoumáním mechaniky kapalin a plynů (navázal na experimenty Torricelliho).
- Na Pascalovu počest je pojmenována hlavní jednotka tlaku: pascal.

$$\text{Pa} = \text{N/m}^2$$

- Na počest jeho předchůdce Evangelisty Torricelliho byla pojmenována méně významná jednotka tlaku torr.
- Na Pascalovu počest byl také pojmenován počítačový jazyk: Pascal.

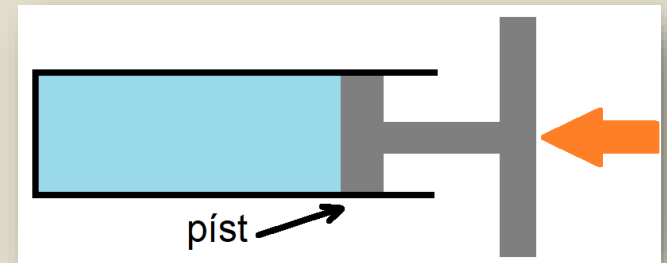
PASCALŮV ZÁKON

Formulace Pascalova zákona:

Tlak, který vznikne v kapalině v uzavřené nádobě v důsledku působení vnější síly na povrch kapaliny, je ve všech místech kapaliny stejný.

Poznámka:

- Pozor! Zákon hovoří pouze o tlaku, který v kapalině vyvolá vnější síla působící na její povrch. V kapalině se ještě vyskytuje hydrostatický tlak, který je způsoben tíhovým polem a zvětšuje se s hloubkou, o tomto tlaku ovšem Pascalův zákon nehovoří.



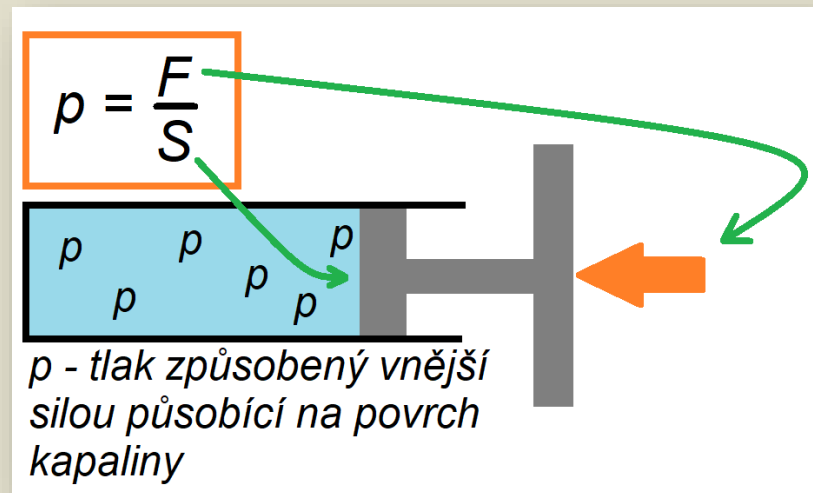
PASCALŮV ZÁKON

- Velikost tlaku p způsobeného vnější silou působící na povrch kapaliny můžeme určit pomocí známého vztahu.

F – vnější síla působící na povrch kapaliny

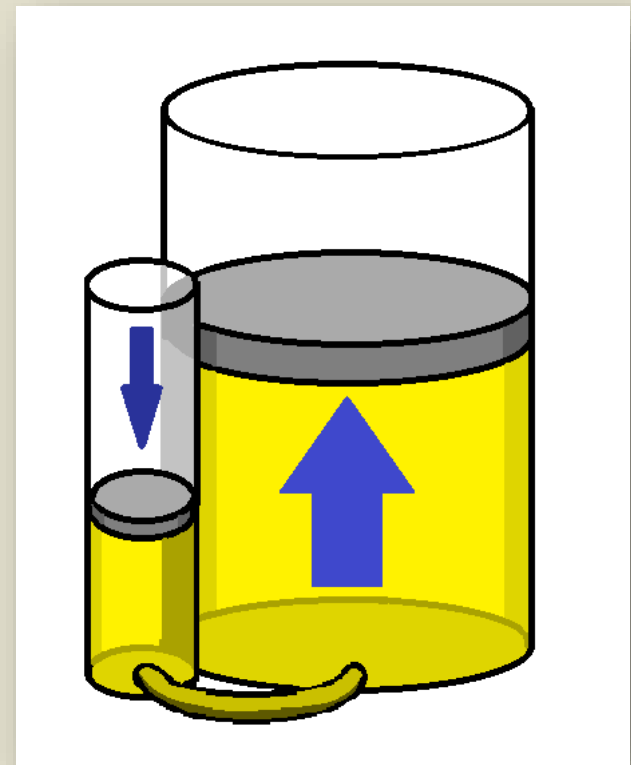
$$p = \frac{F}{S}$$

S – obsah plochy pístu



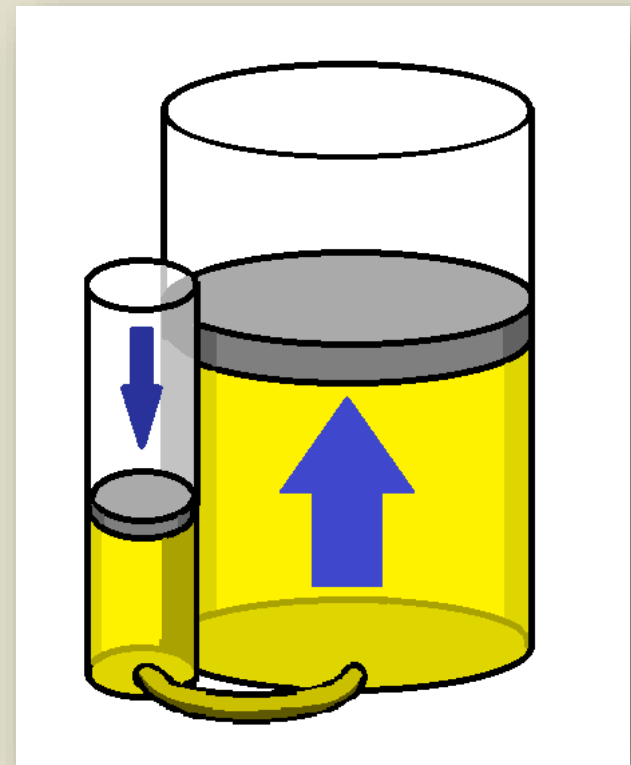
PASCALŮV ZÁKON A HYDRAULICKÁ ZAŘÍZENÍ

- Pascalův zákon je teoretický základ pro konstrukci hydraulických zařízení.
- Příklady hydraulických zařízení: zvedáky, lisy, brzdy, atd.
- Hydraulická zařízení dokáží (podobně jako páka nebo kladkostroj) z malé síly udělat velkou sílu.

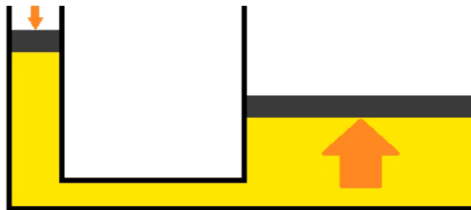


PASCALŮV ZÁKON A HYDRAULICKÁ ZAŘÍZENÍ

- Hydraulická zařízení jsou obvykle tvořena dvěma spojenými nádobami vyplněnými kapalinou (zpravidla olejem).
- Jestliže na povrch kapaliny v nádobě, která má píst s malým obsahem plochy, působíme malou silou, ...
- ...začne na píst s velkým obsahem plochy druhé nádoby působit velká síla (můžeme lehce zvedat těžký náklad).
- Prohlédněte si animaci:

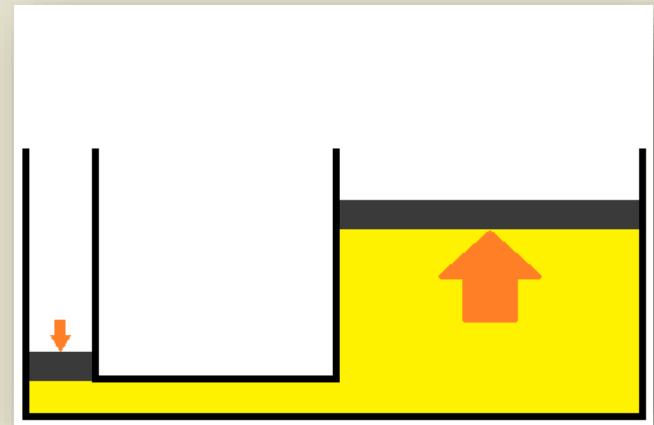


PASCALŮV ZÁKON A HYDRAULICKÁ ZAŘÍZENÍ

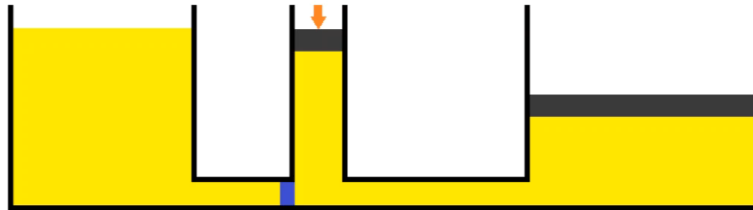


PASCALŮV ZÁKON A HYDRAULICKÁ ZAŘÍZENÍ

- Ano, pomocí hydraulického zařízení můžeme sice z malé síly „vyrobit“ velkou sílu, ale zatímco „malý píst“ posuneme po velké dráze, „velký píst“ se posune pouze o malý úsek.
- Následující animace ukazuje, jak se (pomocí nádrže s olejem a ventilů) řeší problém, když se malý píst dostane úplně dolů (viz obrázek) a není možné jej dál posouvat (a nejde tedy dál zvedat velký píst).

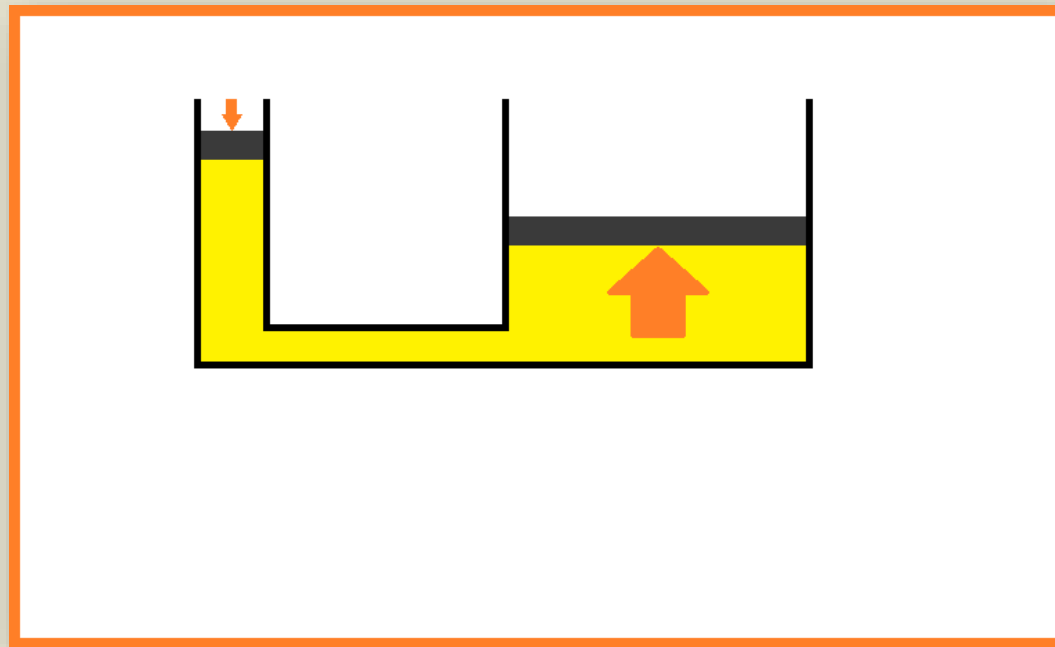


PASCALŮV ZÁKON A HYDRAULICKÁ ZAŘÍZENÍ



KDE SE BERE VELKÁ SÍLA?

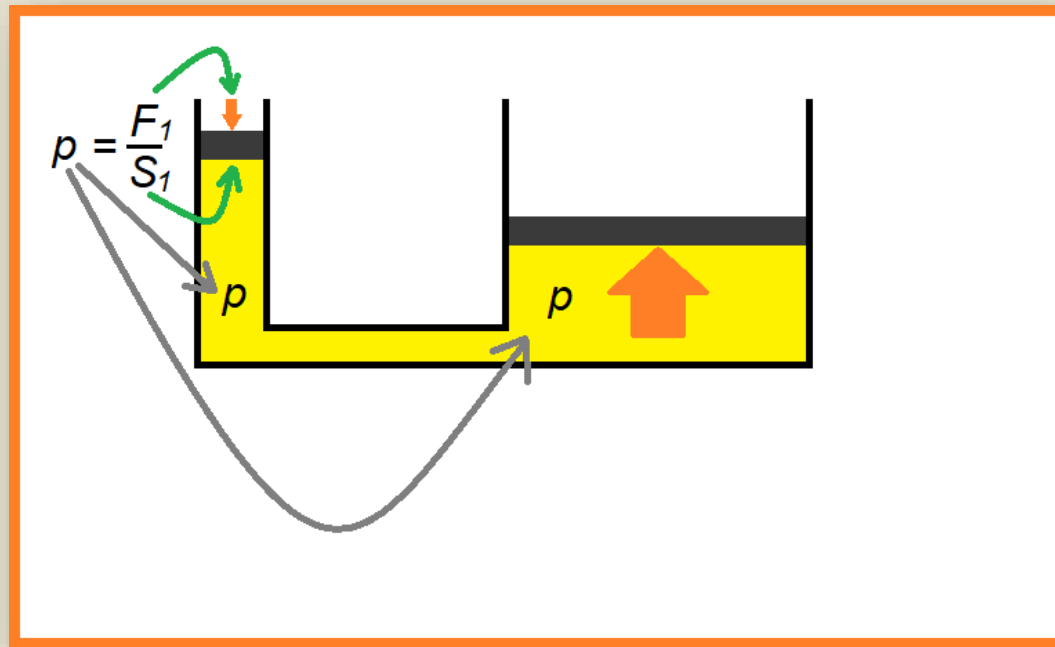
Když na „malý“ píst začne působit „malá“ síla, ...



KDE SE BERE VELKÁ SÍLA?

...vyvolá tato síla v kapalině tlak p . Podle Pascalova zákona bude tento tlak ve všech místech kapaliny stejný (tedy pod malým i velkým pístem).

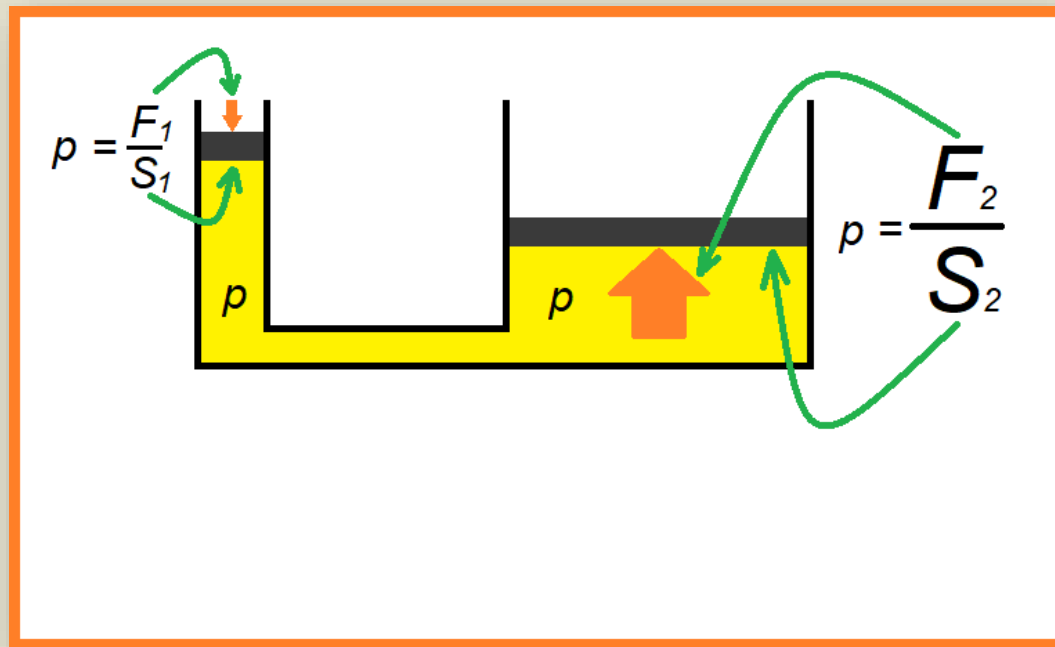
F_1 – malá vnější síla působící na malý píst; S_1 – obsah plochy malého pístu.



KDE SE BERE VELKÁ SÍLA?

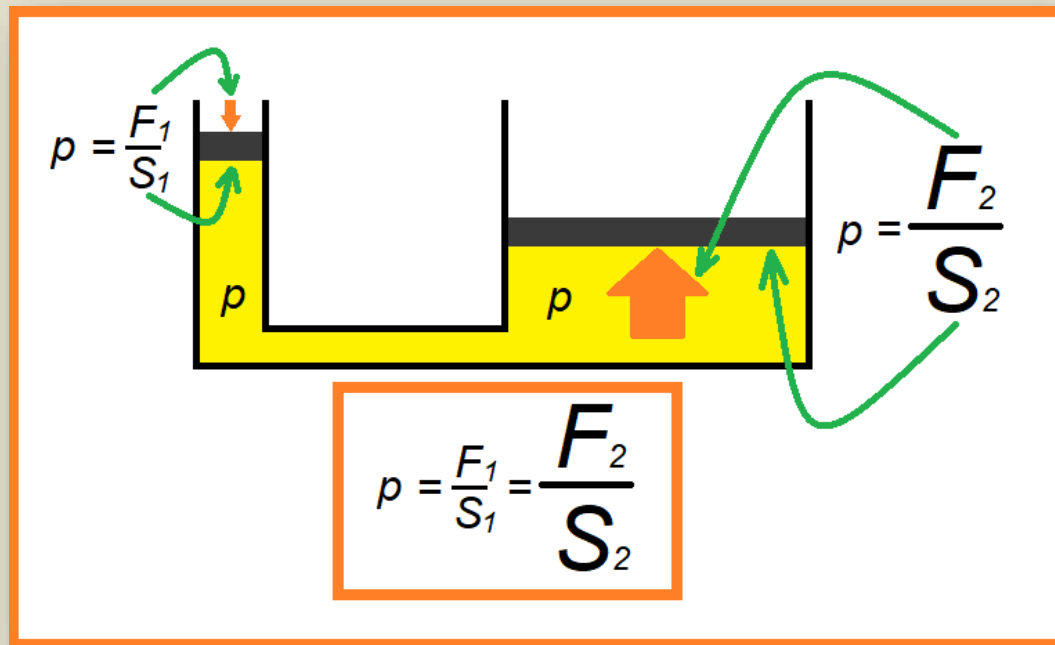
Má-li tlak „pod“ velkým pístem stejnou velikost jako tlak „pod“ malým pístem, musí na velký píst působit velká síla.

F_2 – velká síla působící na velký píst; S_2 – obsah plochy velkého pístu.



KDE SE BERE VELKÁ SÍLA?

Poznámka: Tlak je nepřímo úměrný obsahu plochy pístu (a přímo úměrný vnější síle působící na píst). Platí tedy, že kolikrát bude při daném tlaku větší obsah plochy, tolikrát bude větší síla (poměr síly a obsahu plochy bude stejný).



VZTAHY A VÝPOČTY

Platí:

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

Z této rovnice lze odvodit 4 vztahy pro výpočty k úlohám do hydrauliky:

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

$$2. \quad F_2 = \frac{F_1}{S_1} \cdot S_2$$

$$3. \quad S_1 = \frac{S_2}{F_2} \cdot F_1$$

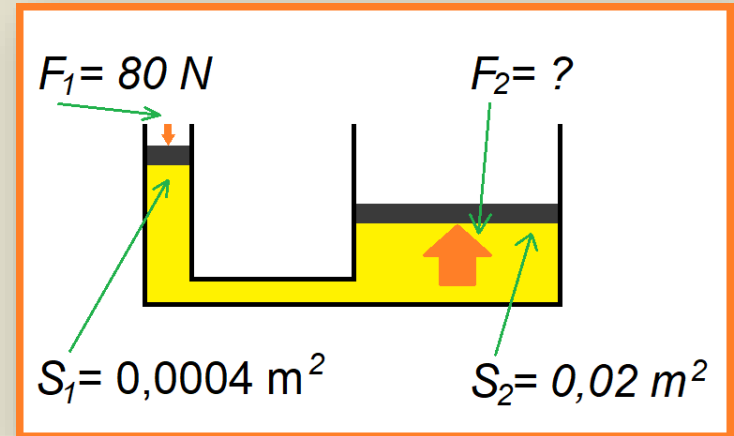
$$4. \quad S_2 = \frac{S_1}{F_1} \cdot F_2$$

ÚLOHA 1

- Jak velká síla bude působit na velký píst hydraulického zvedáku, jestliže na malý píst působíme silou 80 N? Obsah plochy malého pístu je 0,0004 m². Obsah plochy velkého pístu je 0,02 m².
- Použijeme 2. vztah (ten, kde je vyjádřena síla F_2), dosadíme známé veličiny a vypočítáme:

$$F_2 = \frac{F_1}{S_1} \cdot S_2 = \frac{80 \text{ N}}{0,0004 \text{ m}^2} \cdot 0,02 \text{ m}^2 = 4000 \text{ N}$$

Na velký píst bude působit síla 4000 N.



$$2. \quad F_2 = \frac{F_1}{S_1} \cdot S_2$$

ÚLOHA 2

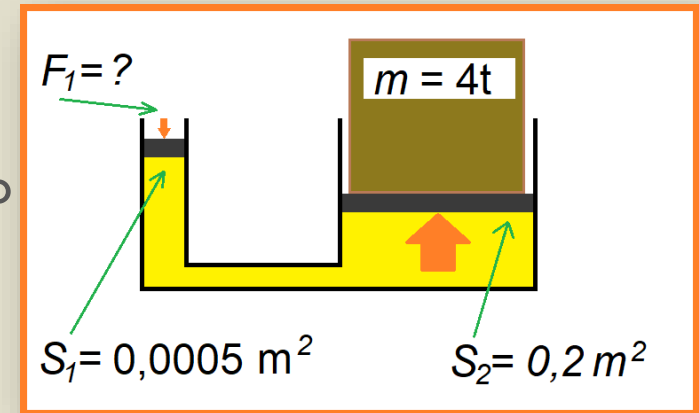
- Jak velká síla musí působit na malý píst hydraulického zvedáku, aby zvedl náklad těžký 4 t (4000 kg)? Obsah plochy malého pístu je $0,0005 \text{ m}^2$, obsah plochy velkého pístu je $0,2 \text{ m}^2$.
- Síla, kterou musí velký píst překonat, je tíhová síla ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$). Postavíme tedy sílu F_2 rovnou tíhové síle F_G :

$$F_2 = F_G = m \cdot g = 4000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 40000 \text{ N}$$

- Použijeme 1. vztah (ten, kde je vyjádřena síla F_1), dosadíme známé veličiny a vypočítáme:

$$F_1 = \frac{F_2}{S_2} \cdot S_1 = \frac{40000 \text{ N}}{0,2 \text{ m}^2} \cdot 0,0005 \text{ m}^2 = 100 \text{ N}$$

Na malý píst musí působit síla větší než 100 N.



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

PASCALŮV ZÁKON, DALŠÍ ÚLOHY

- Nyní přejdeme do aplikace Microsoft Excel, kde máme několik jednoduchých úloh k Pascalovu zákonu a hydraulickým zařízením.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2		Úloha 1											
3		Jak velká síla bude působit na velký píst hydraulického zvedáku, jestliže na malý píst zvedáku											
4		budeme působit silou 40 N? Obsah plochy malého pístu je 6 cm ² . Obsah plochy velkého pístu											
5		je 3 dm ² .											
6													
7													
8													
9		$S_1 = 6 \text{ cm}^2$		m ²	Nic/Chyba								
10		$S_2 = 3 \text{ dm}^2$		m ²	Nic/Chyba								
11		$F_2 = 40 \text{ N}$											
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19		Výsledek napiš do zelené buňky (pak klikni na jinou prázdnou buňku):										N	
20													
21													

Síla působící na velký píst

Síla působící na malý píst

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

Obsah plochy velkého pístu

Obsah plochy malého pístu