

### 3.3.3 Atmosférický tlak

**Předpoklady:** 030302

**Pomůcky:** zvon na čištění odpadu, přísavka

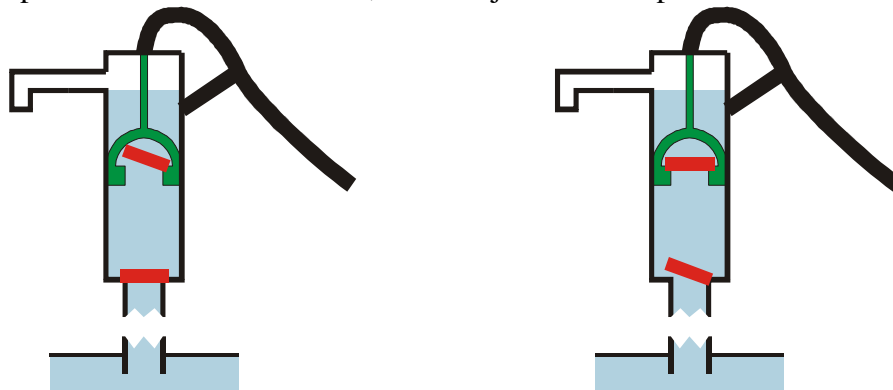
**Př. 1:** Vysvětli, která síla drží na tabuli přísavku. Proč přísavku nemůžeme namáčít? Na kterých površích nebude přísavka držet?

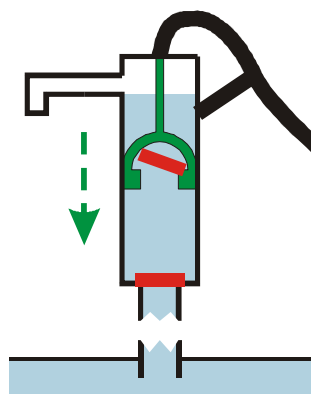
Přísavku připevňujeme přimáčknutím  $\Rightarrow$  z pod přísavky vytlačíme vzduch  $\Rightarrow$  tlak vzduchu pod přísavkou je menší než tlak vzduchu okolního vzduchu  $\Rightarrow$  síla, kterou vzduch uvnitř odtláčuje přísavku od předmětu je daleko menší než síla, kterou ji okolní vzduch přitlačuje k předmětu  $\Rightarrow$  přísavka drží (pokud přísavku přichycujeme k svislé ploše, jejímu upadnutí zabráňuje tření, které vzniká díky síle, kterou okolní vzduch přitlačuje přísavku k ploše).

Pokud má přísavka držet, musí být uvnitř nedostatek vzduchu  $\Rightarrow$

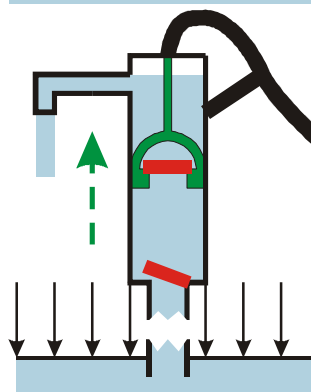
- přísavku nemůžeme namáčít, aby se vodou utěsnil prostor mezi přísavkou a plochou,
- přísavka nemůže držet na hrboilatých površích, protože u nich se prostor mezi přísavkou a plochou neutěsní a okolní vzduch vnikne dovnitř (tím se tlak uvnitř zvětší a vyrovná působení tlaku okolního vzduchu).

**Př. 2:** Na obrázcích je nakreslena pumpa. Zeleně je nakreslen píst, který se v průběhu pumpování vody pohybuje střídavě nahoru a dolů, červeně záklopkové, které se střídavě otvírají. Trubka vedoucí do studny je na obrázku přerušena (ve skutečnosti je daleko delší). Jakým způsobem pumpa pracuje? Nakresli k obrázkům směr pohybu pístu a směr pohybu rukojeti. Kdy z pumpy vytéká voda? Je nějakým způsobem omezena hloubka, ze které je možné čerpat vodu?





Píst se pohybuje směrem dolů, vrchní záklopka je otevřená, voda se dostává nad píst, ale nevytéká z pumpy.  
Spodní záklopka je zavřená (tlakem vody, která se chce vrátit zpátky do studně).  
Rukojeť zvedáme nahoru.



Píst se pohybuje směrem nahoru, vrchní záklopka je zavřená, píst zvedá vodu nad sebou a tato voda vytéká z pumpy.  
Spodní záklopka je otevřená, pohyb pístu nahoru snížil tlak pod pístem a atmosférický tlak tlačí vodu ze studny do pístu.  
Rukojeť tlačíme dolů.

Pohyb vody ze studny do pístu zajišťuje atmosférický tlak  $\Rightarrow$  vzdálenost mezi hladinou vody ve studni a dolní záklopkou pístu nemůže být větší než 10 m.

**Př. 3:** Když se ve vodě vynořujeme ve vodě k hladině hydrostatický tlak, který na nás působí, postupně klesá. Proč? Co to znamená pro atmosférický tlak?

Hydrostatický tlak vody odpovídá výšce vodního sloupce  $\Rightarrow$  čím kratší sloupec, tím menší tlak. Pokud budeme stoupat do výšky měl by atmosférický tlak klesat (bude nad námi kratší sloupec vzduchu, který má menší hmotnost a méně na nás tlačí).

**Př. 4:** Hustota vzduchu při zemi je přibližně  $1,3 \text{ kg/m}^3$ . Tlakové čidlo v tabletu měří tlak s přesností na desítky Pa. Jak velké výškové rozdíly je možné čidlem naměřit?

Spočteme si, jak vysoký sloupec vzduchu vytvoří tlak Pa.

$$p = h\rho g \quad /: \rho g$$

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{10}{1,3 \cdot 10} = 0,77 \text{ m}$$

Pokud tlakové čidlo tabletu měří s přesností na desítky pascalů, je možné s ním naměřit výškové rozdíly jednotek metrů.

**Pedagogická poznámka:** V hodině demonstruji pomocí svého tabletu Google Nexus a programu Sensor Readout. Program je zdarma, tlakový sensor obsahují pouze některé tablety a mobilní telefony, jejich přesnost také není vždy stejná.

**Př. 5:** V předpovědi počasí hlásí tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře 1014 hPa. Jaký tlak naměříte v nadmořské výšce 400 m? V čem je výpočet nepřesný?

Tlak 1014 hPa = 101 400 Pa

V nadmořské výšce 400 m bude tlak vzduchu menší o tlak, který vytvoří 400 m vzduchu (sloupec vzduchu, který chybí k hladině moře).

$$p = h\rho g = 400 \cdot 1,3 \cdot 10 \text{ Pa} = 5200 \text{ Pa}$$

Tlak vzduchu ve výšce 400 m nad mořem bude o 5200 Pa menší než u hladiny moře  $\Rightarrow$  naměříme  $101\,400 - 5200 = 96\,200 \text{ Pa}$

V nadmořské výšce 400 m naměříme 96 200 Pa.

Výpočet je nepřesný kvůli tomu, že vzduch je stlačitelný a proto jeho hustota není pořád stejná. U hladiny moře je vyšší

**Př. 6:** V tabulce jsou uvedeny hodnoty tlaku vzduchu v různých nadmořských výškách.

a) Odhadni z tabulky tlak vzduchu ve výškách 3 km, 12 km a 22 km.

b) Odhadni z tabulky ve jaké výšce je tlak 90 kPa, 18 kPa, 10 kPa.

Jak bychom mohli odhadování hodnot zpřesnit?

výška v km	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30
tlak vzduchu v kPa	101	79	62	47	36	26	12	5,5	2,5	1

a) odhady tlaku

- ve výšce 3 km okolo 70 kPa,
- ve výšce 12 km okolo 20 kPa,
- ve výšce 22 km okolo 4 kPa.

b) odhady výšek

- tlak 90 kPa je výšce okolo 0,8 km,
- tlak 18 kPa je výšce okolo 13 km,
- tlak 10 kPa je výšce okolo 14 km.

Odhady bychom mohli zpřesnit tím, že si hodnoty nakreslíme do grafu a hodnoty budeme odečítat z grafu.

**Př. 7:** Žít v prostředí s nižším tlakem vzduchu je pro člověka problematické. Proč?

Nižší tlak znamená menší počet částic vzduchu a tedy i méně molekul kyslíku. Na jedno nadechnutí tak ze vzduchu získáme méně molekul kyslíku než při vyšším tlaku  $\Rightarrow$  hůře se nám dýchá, nedokážeme vykonávat větší námahu.

**Př. 8:** Sportovci se na vrcholné soutěže často připravují ve vysokohorských podmínkách. Proč?

Tělo člověka se dokáže nižšímu tlaku částečně přizpůsobit (například vytvoří více červených krvinek)  $\Rightarrow$  lépe vstřebává kyslík a může tak podávat větší výkony.

**Př. 9:** Většina lidí se po určité době dokáže přizpůsobit životu při polovičním tlaku vzduchu. V jaké výšce je tedy možné dlouhodobě žít?

Podle tabulky je tlak 50 kPa ve výšce okolo 5,6 km.

**Př. 10:** Výška nejvyšší hory světa Mount Everestu je 8848 m. Jaký zlomek tlaku vzduchu ve srovnání s tlakem při hladině moře musí horolezcům vystačit?

Ve výšce 8,8 km je tlak okolo 30 kPa, tedy přibližně třetina normálního tlaku.

**Př. 11:** Cestovní výška dopravních letadel je 10 km. Jaké to má výhody? Jaké nevýhody. Jaké vlastnosti musí mít kabina cestovního letadla?

Ve výšce 10 km je tlak 26 kPa, tedy přibližně čtvrtina normálního tlaku.

Výhody: menší odpor vzduchu, tedy snazší pohyb.

Nevýhody: zima, nízký tlak vzduchu, menší vztlaková síla.

Tlak vzduchu není dostatečný pro dýchání pasažérů  $\Rightarrow$  v kabině letadla se musí udržovat normální tlak  $\Rightarrow$  kabina musí být vzduchotěsná.

**Shrnutí:** Tlak vzduchu klesá s výškou.