

Experimenty pro výuku meteorologie

TOMÁŠ NEČAS

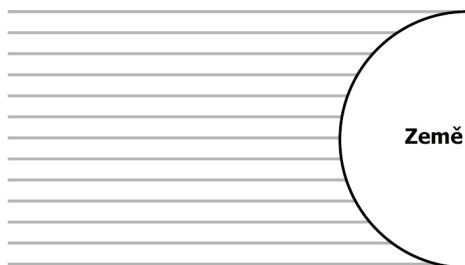
Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše 14

Fyzikální děje v atmosféře jsou nesmírně zajímavé a setkáváme se s nimi neustále. Výuku tohoto tématu je možné podpořit i řadou zajímavých experimentů. V příspěvku bude představeno několik experimentů s těmito náměty: 1) Ohřev Země Slunečním zářením, 2) Změny atmosférického tlaku, 3) Vznik oblačnosti a srážek.

1) Ohřev Země Slunečním zářením

Střídání ročních období

Následující pokus umožňuje velmi názorně demonstrovat nerovnoměrný ohřev Země způsobený různým úhlem dopadu záření na Zemský povrch (viz obrázek 1). Potřebujeme k tomu jednu speciální pomůcku a tou je termocitlivá fólie [1]. Z ní ustříháme pásek, který ohneme v ruce nebo připevníme například na globus. Pak stačí posvítit na fólii halogenovou lampou (optimálně o výkonu 200 W – 500 W) a sledovat různé zbarvení fólie. Místa, kde dopadá záření kolmo na povrch se ohřejí nejvíc, směrem k pólu se teplota rychle zmenšuje. Pro doplnění můžeme část fólie navlhčit a sledovat další zajímavý jev. Díky vypařování vody se navlhčené místo velmi ochlazuje (fólie zčerná).

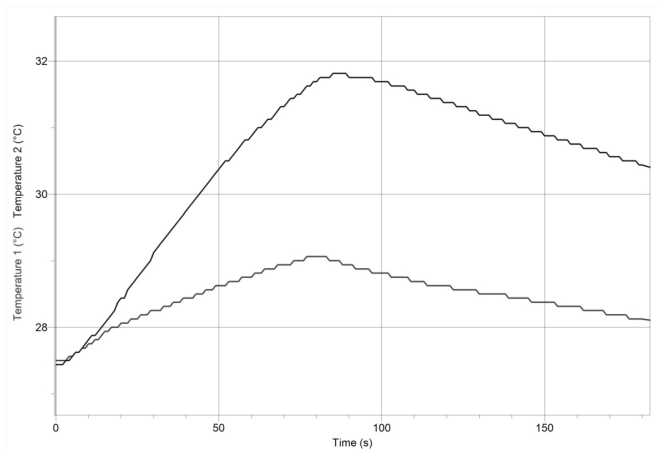


Obr. 1

Pevninské a oceánské klima

Ohřev Zemského povrchu nezáleží jen na úhlu dopadu záření, ale také na vlastnostech povrchu, na který záření dopadá. Největší je rozdíl mezi dopadem na vodní hladinu (menší albedo a velká tepelná kapacita, vypařování) a dopadem na půdu bez vegetace, například písek či kámen (větší albedo a malá tepelná kapacita). Rozdílné chování oceánu a pevniny můžeme snadno demonstrovat opět pomocí lampy (optimálně o výkonu 200 W – 500 W), dvou misek (například od CD), vody, písku a dvou

teploměrů. V jedné misce vytvoříme tenkou vrstvu vody (oceánské klima), v druhé tenkou vrstvu písku (pevninské klima) a na dno umístíme teploměry. Optimální je použít elektronické teploměry připojené k počítači. Výsledek takového pokusu ukazuje graf na obrázku 2. Vidíme, že teplota písku stoupá podstatně rychleji než teplota vody. Po vypnutí zdroje zase teplota písku rychleji klesá.



Obr. 2

Solární konstanta

Veškerá energie přichází na Zemi ze Slunce jako elektromagnetické záření. Pomocí běžně dostupného vybavení (kus pěnového polystyrenu, alobal, plochá plastová láhev, černý inkoust, teploměr) je možné vyrobit jednoduchý měřič ozáření (viz obrázek 3 vpravo). Tento výrobek pak můžeme použít k měření energie Slunečního záření dopadající na jednotkovou plochu. Nejzajímavější je pokusit se změřit maximální ozáření při kolmém dopadu v letním poledním slunci a jasné obloze. Alespoň přibližně tak můžeme změřit hodnotu solární konstanty.

příklad měření:

hmotnost kapaliny ($m = 200 \text{ g}$)

rozdíl teplot ($DT = 4,25 \text{ °C}$)

doba ohřevu ($t = 8 \text{ minut}$)

plocha povrchu ($S = 84 \text{ cm}^2$)



Po výpočtu nám vyjde: $P = Q/t = 7,4 \text{ W}$

a proto: $P/S = 880 \text{ W/m}^2$.

Skutečná hodnota solární konstanty je přibližně 1300 W/m^2 , to je však bez zachycení části záření atmosférou. Nabízí se porovnání výkonu v různých denních a ročních dobách atd.

2) Změny atmosférického tlaku

Goethův barometr

Tato pomůcka umožňuje měřit změny tlaku jak s nadmořskou výškou tak se změnami počasí. Vychází z historické konstrukce tzv. Goetheova barometru [2]. Můžeme si jej vyrobit z lahve od vína a průhledné plastové hadičky (viz obrázek 4). Například pomocí tavného lepidla dobře utěsníme průchod trubičky do lahve. Poté naplníme trubičku kapalinou a utěsníme zátku. Vzduch uzavřený uvnitř lahve tak bude zůstat na původní hodnotě tlaku, zatímco okolní tlak se bude měnit.

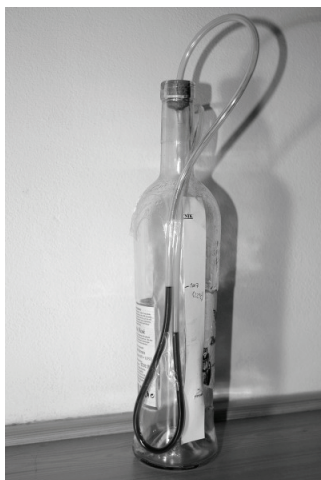
Při použití lahve o objemu $0,71 \text{ l}$ a vnitřním průměru hadičky $0,5 \text{ cm}$ můžeme děj v lahvi považovat za izochorický a pak pomocí vztahu pro hydrostatický tlak jednoduše odvodíme tyto parametry

1 cm ...odpovídá... 1 hPa

1 cm ...odpovídá... $7,5 \text{ m}$ nadmořské výšky

To umožňuje použít láhev i jako výškoměr (ideální je jízda výtahem).

Největším problémem tohoto zařízení je silná teplotní závislost (1 cm ... $0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Její vliv se dá nejsnáze vyřešit přiložením teploměru a započtením korekce.



Obr. 4



Obr. 5

3) Vznik oblačnosti a srážek

Mrak v lahvi

Existuje několik způsobů výroby mlhy v lahvi. Zařízení, které se nejlépe osvědčilo, je na obrázku 5. K jeho sestavení je potřeba PET láhev, ventilek z kola a pumpička. Pomocí ventilků zabudovaných do zátky PET lahve můžeme snadno regulovat tlak v lahvi. Tímto zařízením můžeme nejen vyrobit mlhu (oblačnost) ale také demonstrovat vliv teploty, tlaku a přítomnosti kondenzačních jader na její vznik. Jako kondenzační jádra poslouží saze z doutnající sirky či špejle. K ohřevu vody použijeme rychlovarnou konvici.

Literatura

- [1] Bochníček Z.: Strumienský J.: *Pokusy s termocitlivými fóliemi*. In Veletrh nápadů učitelů fyziky 12, sborník z konference. MFF UK, JČMF, Prometheus, Praha 2007, s.16-20.
- [2] <http://www.orgonelab.org/cart/yweather.htm>