Tato experimentální metoda využívá proudění vody v tenké vrstvě nad vodorovným dnem k modelování nadzvukového proudění v plynech, např. kolem profilů křídel nadzvukových letounů, v letadlových proudových motorech či

Pomocí Hydrodynamického analogonu je tak mož né simulovat dvourozměrné obtékání různých těles, která se pohybují nadzvukovou rychlostí v plynu Toto proudění je doprovázeno vznikem tzv. rázových vln, tedy náhlých prudkých skoků tlaku. Pomocí mě ření výšky hladiny v jednotlivých místech kolem obtékaných těles a rozložení rychlostí proudící vody je možné vyhodnotit skutečné rozložení tlaků vzduchu, rozložení Machových čísel a silové působení na profil křídla. V praxi byla tato metoda použita mimo jine pro návrh letounu společnosti Gulfstream pro tiché lety nadzvukovou rychlostí (1,8 Ma).

Zařízení tohoto typu najdete v laboratořích a výzkumných pracovištích zabývajících se mechanikou tekutin a aerodynamikou vysokorychlostních letounů. U nás, na ČVUT se s ním pak můžete setkat v Ústavu mechaniky tekutin a termodynamiky, jež spadá pod





Letadlo s rázovou vlnou

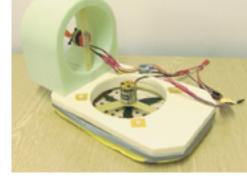
VZNÁŠEDLO

Ukázka měřen

Jak už název napovídá, vznášedlo je dopravním prostředkem, který pluje – nebo chcete-li vznáší se – na vzduchovém polštáři těsně nad vodní hladinou nebo povrchem země. Část výkonu plavidla při tom bývá zpravidla využita pro udržování vzduchového polštáře a část pro jeho pohon směrem kupředu.

Právě vysoká náročnost na výkon, resp. obrovská spotřeba paliva byla v minulosti hlavní příčinou malého rozšíření vznášedel. Vývoj moderních pohonných jednotek o vysokém výkonu při nižší spotřebě paliva a nové lehké materiály (především kompozity) však celkové náklady na výrobu a provoz vznášedel snižutak otevírá nová budoucnost.





Reálný model vznášedla

VÁKUUM

vakuové technice.

mání povrchů.

Podle kvantové teorie pole není vakuum prázd-

ný prostor, neboť v něm neustále vznikají a zani-

kají páry částic a antičástic. Tato teorie vychází

z Heisenbergova principu neurčitosti. Tvrzení lze ná

umístěny velmi blízko sebe dvě vodivé destičky, mezi

jimiž sice nemohou vznikat libovolné částice, ale je-

jich energie závisí na vzájemné vzdálenosti destiček

Tlak ve vakuu může mít kteroukoli hodnotu nižší

než atmosféra. Pro snadnější vyjadřování byly zave-

deny pojmy jako: hrubé vakuum, nízké vakuum, vy-

soké vakuum a ultravakuum. Potřeba využití vakua

ti. V běžném životě se s ním setkáváme v žárovkách,

je rozšířena do nejrůznějších oblastí lidské činnos-

v monitorech, v televizn ích obrazovkách nebo při

balení potravin. V průmyslu pak při výrobě neičist

ších materiálů nebo v kosmické a letecké technice.

Vysoké ultra vakuum je součástí různých vědeckých

přístrojů jako spektroskopy, elektronové mikroskopy

či různá zařízení pro vytváření tenkých vrstev a zkou-

sledně dokázat experimentem, kdy jsou ve vakuu

ký potenciál, dokazují ostatně i pokusy Jeana Bertina s vlakem na vzduchovém polštáři Aérotrain, jež probíhaly na přelomu 60. a 70. let minulého století ve Francii. Právě Aérotrain se svou maximální rychlostí 430 km/h je totiž držitelem dosud platného rychlost ního rekordu. Netrumfl ho ani známý rychlovak TGV, který byl po smrti hlavního inženýra projektu a vyčerpání finančních zdrojů před Aérotrain nakonec upřednostněn.

Že to nejsou jen plané řeči a využití vznášedel má vel-

Model vznášedla

Základem modelu jsou desky z extrudovaného polystyrenu o půdorysném rozměru 170 × 270 mm, jež zádíky čemuž vzniká přetlak zvedající vznášedlo cca 2 mm nad povrch. Pohon a řízení modelu se nachá-

Jedná se o experiment z roku 1654, kdy německý fy-

duté měděné polokoule a ze vzniklé dutiny vypum-

a názorně předvedl sílu tlaku okolního vzduchu na

polokoule, které nerozdělilo ani 16 koní. Poté, co ne-

chal do dutiny opět vniknout vzduch, polokoule se sa-

zik Otto von Guerike z města Magdeburg dokázal po-

mocí vakua existenci atmosféry. Při pokusu spojil dvě

poval vzduch. Ke každé polokouli pak zapřáhl 8 koní

Vakuum je ve fyzice názvem pro prostor, ve kterém je tlak plynu podstatně

ani záření. Ideální věci ale – jak známo – nebývají příliš časté. U vakua tak

rozlišujeme různé stupně, a tím pádem i rozmanitá technická využití ve

nižší než při normálním atmosférickém tlaku. V užším smyslu vakuum

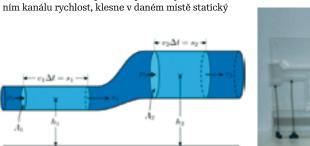
označuje stav, v němž není přítomná žádná částice, a to jak hmoty, tak

roveň určují rozměr celého modelu. Mezi deskami je upevněna nosná konstrukce zdvihacího motoru opatčeného třílistou vrtulí. Proud vzduchu prochází kruhovým otvorem v deskách do pracovního prostoru vrtule, kde je jeho část použita k nafouknutí igelitovéno polštáře, tvořícího pružnou lamelu k udržení přetlaku pod trupem. Zbytek vzduchu prochází otvory ve spodní desce do prostoru vytvořeného polštářem, zí v jeho zadní části, kde je v proudovém tunelu upevněn motor s tlačnou dvoulistou vrtulí. Proud vzduchu je usměrňován dvojicí paralelních klapek ovládaných servomotorem, jejichž natáčením se model řídí.

experiment, s nímž se setkáte především na školách, kde je vyučována

Jev, který vyjadřuje Bernouliho rovnice, můžeme popsat tak, že, v místě s větším průřezem má proudící kapalina větší statický tlak, ale menší rychlost. Zúžením průřezu dojde k urychlení tekutiny a snížení tlaku. Fakt, že při větším průřezu je rychlost kapaliny

menší, je důsledkem platnosti rovnice kontinuity, kterou popsal Bernoulliho přítel Leonhard Paul Euler. Za účelem zkoumání tohoto jevu ale není rovnou nut-Tři členy na levé straně rovnice vyjadřují polohovou, né rozebírat karburátor nebo domácí rozprašovač. tlakovou a rychlostní energii tekutiny. Samotná rov-Stačí se pořádně rozhlédnout kolem sebe. Bernoulliho



KOUŘOVÝ AERODYNAMICKÝ TUNEL

Aerodynamický tunel je výzkumné zařízení, které umožňuje vytvářet ovladatelný vzdušný proud sloužící ke zkoumání aerodynamických vlastností těles. Využívá se například v leteckém a automobilovém průmyslu, ve stavebnictví

V kouřovém tunelu se do proudu vzduchu zavádějí hřebenovou soustavou trysek souvislá vlákna kouře či mlhy, někdy lze tyto trysky umístit i přímo na povrch zkoumaného objektu. Zdrojem kouře může bý např. generátor mlhy používaný v divadlech či na diskotékách. Např. dánská firma Martin vyrábí generátory mlhy JEM, které produkují mlhu z roztoku vody, glycerínu a dalších příměsí. Tyto přístroje lze doplnit dávkovacím zařízením a speciálními koncovkami pro generování mlhy s žádanou intenzitou a žádaným směrem. Zdrojem mlhy může být také suchý led (slisované vločky CO₂ při teplotě –57 °C). Kouř či mlha může někdy vznikat i přímo v měřeném prostoru vhodnou reakcí vzduchu s přiváděným plynem, nebo speciálně upraveným povrchem. Pro vizu alizaci je možno využít též vodní páru vznikající a zanikající ve

velkým poměrem zúžení v konfuzoru (až 1:48) a zařízením pro snížení turbulence na vstupu do tunelu. Bývají otevřené (kouř či mlhu je třeba odvádět) a pro malé rychlosti se stavějí ve svislé poloze, aby gravitace neovlivňovala generovaná vlákna. Metoda zviditelnění proudění pomocí kouře či mlhy se hodí pro zjišťování hranic úplavu. Zviditelnění proudění tou-Zdroj kouře či mlhy slouží pak jako sonda pro indivzduchu a ke zjišťování tvaru proudového pole.

Kouř či mlha může být někdy i přímou součástí proudícího plynu a ze získaných obrazů lze studovat tvary

S jednoduchou vizualizací kouřem se setkáváme prakticky dnes a denně. Stačí se podívat na kouřící vír, kde se tvoří zpětné proudění a relativní podtlak. To vysvětluje fakt, že při velkém větru bývá poničena a nadzvednuta právě závětrná strana střechy S podobnou vizu alizací se také můžeme setkat za projíždějícím automobilem v dešti.



ENERGIE Z VĚTRU

Využití přirozeného proudění vzduchu jako zdroje energie je lidstvu vlastní takřka od nepaměti. Už před několika tisíci lety využívali sílu větru pro pohon svých lodí např. staří Egypťané. V 7. století našeho letopočtu pak Číňané a Peršané přišli na to, jak kinetickou energii větru převést přímo na mechanickou práci prostřednictvím prvních větrných mlýnů, které se tak vlastně staly jakýmsi původním předobrazem větrných elektráren, jak je známe dnes.

Princip větrných elektráren je ale samozřejmě sofistikovanější, než tomu bylo u větrných mlýnů. Vše funguje na principu, kdy proudící vzduch předává lo patkám větrné elektrárny část své kinetické energie, která se dále mění na energii otáčivého pohybu a následně v generátoru na energii elektrickou.

Maximální dosažitelnou účinnost větrného stro je, která činí 59 % (v praxi se však pohybuje mezi 40 a 45 %), odvodil v roce 1919 Albert Betz. Vítr je ale samozřejmě živel značně nestálý a průměrné



Model větrné elektrárny

roční využití větrných elektráren tak osciluje mezi 10 % a 20 % dle lokality, přičemž jedna moderní větrná elektrárna dosahuje v závislosti na své velikosti nomi nálního výkonu v řádu stovek kW. Celková potenciál ní využitelnost větrné energie na naší planetě se pak odhaduje na 26 000 TWh za rok. Pokud bychom ji byli schopni využít skutečně všechnu, pokryli bychom tím 8 % z celkové spotřeby energie. Konkrétně v ČR, kde bylo v tomto roce vyrobeno 245 GWh elektrické energie, však větrná energie aktuálně činí "jen" 0,35 %

z celkového obnosu v tuzemsku vyrobené energie.

ak již bylo naznačeno, hlavní nevýhodou energie čerpané z proudů vzduchu, je tedy nestabilita výkonu a malý koeficient ročního využití. Odpůrci větrné energie ale upozorňují také na rizika odlétávajících ámraz, které mohou ohrožovat zdraví a majetek. Další kontroverzí je nežádoucí hluk produkovaný mechanickými částmi konstrukce elektrárny a aerodynamickým hlukem vnikajícím na listech vrtule, gondoly a dříku stavby. Navíc větrné elektrárny produkují také hluk mimo slyšitelné pásmo v oblas i frekvencí 2 – 31,5 Hz, tedy infrazvuk. Infrazvukové dnění se kromě vzdušné cesty šíří i konstrukcí dříku a základovou deskou do okolí. Na skutečných dopadech pro životní prostředí se však příznivci a odpůrci

PALIVOVÝ ČLÁNEK

Palivový článek je zařízení na vytváření elektrické energie. Jedná se o galvanický článek, ve kterém výroba elektřiny spočívá v dodávání paliva k anodě a okysličovadla ke katodě. Oba prostory jsou odděleny membránou, která je schopna propouštět pouze protony vodíku. Palivové články jsou nepřetržitě aktivní, pokud se nepřeruší přívod paliva a okysličovadla k elektrodám, na rozdíl od monočlánků, které se při odběru proudu postupně spotřebují.

Princip palivového článku byl objeven už v roce 1838 švýcarským vědcem Christianem Friedrichem Schönbeinem. Termín "Palivový článek" patrně použili jako první v roce 1889 Charles Langer a Ludwig Mond, kteří se pokusili vyvinout článek napájený svítiplynem. Po vynálezu dynama upadl palivový článek částečně v zapomnění. Návrat jeho využití následoval v 6o, letech 2o, století během kosmického výzkumu.

Palivové články lze třídit podle provozní teploty na nízkoteplotní a vysokoteplotní. Dalším kritériem je použitý elektrolyt. Rozlišujeme například palivové články s alkalickým elektrolytem, s kyselinou fosforečnou, s tavenými uhličitany, s tuhými oxidy apod.



LASEROVÁ KOMUNIKACE

Bezdrátové přenosové technologie nabízejí možnos-

ti rychlejšího i levnějšího rozšíření komunikačních

sítí do míst a objektů, kde nemohou být z různých dů-

vodu efektivně využity klasické metalické kabeláže

či optická vlákna. Nasadit bezdrátový laserový spoj

vyžaduje po provozovateli pouze vhodné umístění

optické jednotky v interiéru či exteriéru objektu s pří-

mou viditelností na podobnou optickou jednotku na

druhém konci komunikační linky. Funkčnost a spo-

lehlivost linek s dostatečnou výkonovou rezervou

neohrozí déšť libovolné intenzity ani těžké sněžení.

Pomineme-li fatální velké výchylky vysílačů větrem

přítelem těchto bezdrátových spojů je mlha.

a zkruty budov a podpěrných konstrukcí, jediným ne-

Optický přenos byl poprvé patentován již v roce 1880 Alexandrem

Grahamem Bellem, který předvedl, jak přenést mluvenou řeč na dálku

transcievery, které pracují až s přenosy do 2,5 Gb/s a využívají i vlnový multiplex (WDM), technologii rozvinutou ve vláknových přenosech.

pomocí paprsku světla. Za dalších více než 120 let pak laserové přenosové

systémy vyspěly do podoby dvojsměrných teleskopů s rychlými optickými

Palivové články vyrábí elektřinu přímo, nikoli v generátoru přes kinetickou energii. Proto by tedy měly být účinnější, jednodušší a spolehlivější, Jejich využití však stále částečně brání technické překážky. V současnosti je palivový článek často spojován s vodíkovým pohonem automobilů. Problémem tohoto zařízení je však nedořešené skladování vodíku v automobilových nádržích, které není bezpečné. Další využití palivových článků nalezneme například u raketoplánů a ponorek.

• Vysoká účinnost v důsledku přímé přeměny chemické energie • Velmi nízké emise škodlivir

Dlouhá perioda mezi porucham

Možnost použití různých plynných paliv • Takřka nehlučný provoz

Citlivost k některým příměsím v palivu

Intenzita vyzařovaného laserového paprsku je nato-

lik nízká, že v žádném případě nepředstavuje ohro-

žení zdraví či majetku. Použité lasery jsou většinou

třídy 1 M, což je označení pro paprsky očím napros-

nanometrů zcela mimo frekvenční pásma podléha-

jící regulaci, proto při instalaci nevznikají žádné le-

gislativní překážky. Krom toho poskytují bezdrátové

aserové spoje také vynikající možnosti pro zajištění

ezpečnosti přenášených dat. Přenos laserovým svaz-

kem totiž umožňuje realizovat kvantové kryptografic-

ké protokoly, které garantují bezpečnou komunikaci,

založenou na principech kvantové teorie, jejíž odpo-

slech je prakticky vyloučen.

to bezpečné. Navíc jsou vlnové délky v řádech stovek

Vysoké investiční náklady

 Zatím nízká životnos Účinnost klesá s dobou provozu

STIRLINGUV MOTOR

Tepelné záření můžeme pozorovat téměř všude

Stirlingův motor je prakticky jediným motorem, který dokáže přeměnit tzv. odpadní teplo přímo na mechanickou energii, přičemž má často vyšší účinnost než jiné metody. Tento tepelný motor s vnějším spalováním vynalezl v roce 1816 skotský pastor Robert Striling a dnes je jeho největší potenciál ve výrobě elektrické energie z odpadního tepla technologických procesů a snadno obnovitelných zdrojů energie jako je sluneční záření nebo biomasa.

Největší výhodou Stirlingova motoru je možnost použití libovolného paliva, díky čemuž není získávání energie závislé na ropných produktech a neobnovigulovatelností a malou pohotovostí k provozu asi

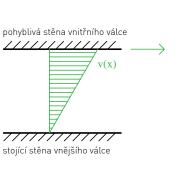


Pokud jste si někdy položili otázku, zdali je možné rozmíchat kapalinu a následně vrátit každou molekulu zpět tak, aby byla tam kde před rozmícháním, vězte, že odpověď zní: částečně ano. Možné to je díky tzv. laminárnímu proudění vyskytujícímu se v oblasti nižších Reynoldsových čísel.

Tento experiment spočívá v použití dvou soustředných válců, z nichž vnitřní je otočný a vnější nehybný spojený s podstavcem (viz obr. 2). Kapalina s vysokou viskozitou je v malém průřezu mezi válci rozpohybována pomalým otáčením vnitřního válce. V osovém řezu válce vzniká rychlostní model (tzv. pohyb paralelních desek, obr. 1):

LAMINÁRNÍ PROUDĚNÍ

Popis pokusu je prostý. Mezi válcové stěny, vyplněné čirým glycerinem, vstříkneme obarvený glycerin a začneme točit jedním směrem, čímž laminárně. tedy v paralelních vrstvách rozproudíme glycerin. Když jsou po několik otáčkáchbarvy smíchané dohromady, obrátíme smysl otáčení a vrátíme barvu do původního uskupení. Laminární proudění zajistí, že se jednotlivé



1) Rychlostní pole mezi válci

částice barviva pohybují po svých kružnicích tam i zpět. Protože není průběh rychlostí v průřezu konstantní, zdá se že se barvy promíchají. Ve skutečnosti se ale každá částice barvy pohybuje svojí rychlostí a stejně se i vrátí na původní místo. Barevné útvary se "rozloží" a následně zase složí. Takže žádné kouzlo, ale zase "jen" fyzika v podobě mechaniky tekutin.



2) Zařízení pro experiment

povrchu při dané teplotě k celkové vyzařované energii absolutně černého tělesa při stejné teplotě. Je to bezrozměrné číslo ležící v intervalu o-1 Ač nejsou z nejlevnějších, termokamery jsou dnes běžně k mání. Jejich ceny se pohybují od 50 000 Kč až do částek v řádu milionů a využití nalézají např. při měření energetických ztrát u budov či při leteckých obhlídkách úniků páry v parovodech nebo kontrolách lesů kvůli hrozícím požárům. Pro náš experiment byl postaven domeček, jehož jed na polovina byla zateplena vrstvou 6 mm polystyrenu. Pod okny byly umístěny topné elementy, podobne jako radiátory ve skutečném domě. Pro měření byla

SOLÁRNÍ ENERGIE

pásmu 760 nm-1 mm.

využita termokamera Flir pracující v infračerveném

TERMOVIZE

Že je Slunce životadárné, už asi víte. Význam tohoto tvrzení ale nabývá na důležitosti, když si uvědomíte, že sluneční záření představuje naprostou většinu energie, kterou využíváme. A vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, spadá navíc Slunce, respektive jeho energie do skupiny obnovitelných energetických zdrojů

Každé těleso kolem nás, které má teplotu větší než 0 K (-273,15 °C), vyzařu-

je určitý druh tepelného záření. Pokud je záření dostatečně silné, můžeme

jej vnímat pokožkou a tím posoudit teplotu daného předmětu.

Princip termovize je v podstatě podobný.

Termokamera je zařízení schopné zviditelnit tepelné

záření, které objekty vyzařují. Výsledkem termoviz-

ního měření je termogram, tedy digitální obraz tep-

barva. Světlejším barvám jsou přiřazeny vyšší povr-

chové teploty a tmavším barvám nižší povrchové tep-

loty. Moderní termokamery jsou schopny registrovat

i změny záření odpovídající rozdílu teplot 0,02 °C.

Termovize využívá k měření spektrum infračervené

ho záření (760 nm–1 mm). Toto záření vydávají ob-

jekty samovolně. Důležitou okrajovou podmínkou je

odrážející se zdánlivá teplota a emisivita povrchu.

Emisivita je celkové vyzařovaní energie z určitého

lotního pole, kde je různým teplotám přiřazena určitá

Sluneční paprsky, se kterými dopadne na povrch Země přibližně 1 kW/m², lze přímo využít na výrobu elektrické energie (fotovoltaický článek, Stirlingův motor), v zemědělství (skleník), vytápění nebo ke zpracování užitkové vody. Mezi projevy sluneční energie na Zemi patří například energie fosilních paliv a biomasy, kde akumulace sluneční energie proběhla před delší dobou, energie větru, vodní energie, teplo, nepřeměněné elektromagnetické záření a sluneční vítr. V tuzemsku je průměrná roční intenzita slu nečního záření odhadována na 950–1340 W na m². Počet slunečních hodin v České republice je v průměru 1330–1800 hodin ročně, přičemž plocha 10 m2 je schopna vyrobit přibližně 1 MWh ročně.

K plošnému přijímání sluneční energie se využívají především solární články, polovodičové křemíkové prvky, které mění energii světelnou na elektrickou s účinností až 40 %. Povrchy článků jsou opatřeny antireflexní vrstvou, která zaručuje maximální

pronikání světelných paprsků do polovodiče a dodávají jim typický tmavomodrý vzhled. Další způsob přijímaní sluneční energie je pomocí soustavy parabo lických zrcadel, kterými jsou paprsky soustředěny do jednoho místa s receptorem, schopným tuto přesměrovanou energii zpracovat nebo uchovat. Receptorem pro zpracování energie může být Stirlingův motor, pro uchování energie se pak nejčastěji používají aku nulátory na chemickém principu.

Solární elektrárny se v ČR mezi lety 2008 a 2010 tě-

la termogramu je vidět účinnost zateplení stěn i střechy,

epelný most v překladu oknem a drobné netěsnosti dveř

Po prohřátí domečku byly naměřeny tyto teploty:

Vzdálenost kamery - 1 m

Герlota okolí 23,5°C. Teplota zateplené části 26,8°С

Teplota v nezateplené části 28,3 °C. Emisivita = 0,81

šily velkému boomu, avšak snížení výkupních cen a striktní omezení nových připojení od energetických společností, ukončily další výstavbu. Dosud největší solární elektrárnou v ČR je FVE Ralsko RA 1 v okrese Česká Lípa s výkonem 38,3 MW, jejímž vlastníkem je společnost ČEZ. Ve světovém měřítku je gigantem FVE Sarnia v kanadské provincii Ontario s výkonem 80 MW, která může za příznivých podmínek dodávat elektřinu až 12 800 domácnostem



Solární panel

PARNÍ MOTORY

Parní motory jsou tepelné stroje, přeměňující tepelnou energii vodní páry na energii mechanickou (nejčastěji to bývá rotační pohyb). První parní stroj je sice připisován Jamesi Wattovi a datován rokem 1765, ve skutečnosti se ale jednalo pouze o zdokonalení jednočinného stroje Thomase Saveryho a Thomase Newcomena. Ať už to ale tehdy bylo jakkoliv, jedno je jisté – v 19. století byl parní stroj nejdůležitějším zdrojem energie hojně využívaným především v průmyslu a dopravě.

Parní stroje byly založeny na principu kondenzace syté páry ve válci a využívány byly především k čerpání vody. Pokud je pára přiváděna do válce po celou dobu pohybu pístu, což byl případ zejména prvních parních strojů, hovoříme o tzv. plnotlakých strojích. U modernější varianty, tzv. expanzních strojů je pak pára vpouštěna do válce jen po část doby pohybu pístu. Proti současným tepelným strojům mají



Tepelné záření můžeme pozorovat téměř všud

(maximálně 30 %). Spolu s kotlem, který má tepelnou účinnost okolo 50 % je výsledná účinnost mezi 5% – 15%, což je oproti spalovacím motorům s běžně ahovanou účinností okolo 35 % nedostačující.

Parní turbína - tedy modernější způsob využití parních strojů - je zařízení, které převádí tepelnou ener gii páry na rotační pohyb. Moderní parní turbínu ynalezl Sir Charles Parsons v roce 1884. Postupně byla zdokonalována a spolu se spalovacím motoren ve dvacátém století následně nahradila parní stroj, který předčila svojí účinností. Z fyzikálního hlediska se jedná o točivý tepelný stroj, skládající se z jednoho nebo několika tlakových stupňů, který přeměňuje kinetickou a tepelnou energii proudící páry na mechanický rotační pohyb přenášený na osu, resp. hřídel stroje. Lopatková kola, která jsou součástí statoru stroje, se nazývají rozváděcí. Ta, která jsou spojena s rotující osou (resp. jsou umístěna na hřídeli) stroje, se nazývají oběžná a spolu s osou tvoří rotor.

Parní turbína je využívána především v energetice pro pohon elektrických generátorů (tepelná elektrárna, jaderná elektrárna), se kterým bývá mechanicky spojena společným hřídelem. Krom energetiky se par ní turbína využívá rovněž jako lodní pohon na parní cích, bitevních lodích a jaderných ponorkách.

Zatímco počtem koňských sil můžeme vyjádřit výkon automobilu, mluvit například o 2,5 lidských sil možné není. A to i přesto, že lidskou silou se samozřejmě objevily pokusy změřit sílu člověka jako každou jinou fyzikální veličinu. Jedním z příkladů jsou experimenty, které se odehrály v cyklistice.

V roce 1989 tým profesionálních cyklistů vedený Alanem R. McDonaldem během závodu napříč Amerikou otestoval takzvaný "power pacer". Toto zařízení měřilo výkon závodníků ve wattech a počet kalorií, které při jízdě spalují. Tento prototyp měli čtyři členové McDonaldova týmu přezdívaného "tým Strawberry" po celou délku 2911 mil dlouhého závodu umístěný v náboji zadního kola. Zařízení bylo ale



Lidská síla se měří také na takzvaných ergomet rech neboli cyklotrenažerech, jejichž jednoduché verze vlastní každá posilovna. Odpor (a tedy i vykonaná práce) je simulován mechanicky, magneticky, elektricky nebo aerodynamicky. Cyklotrenažery umožňují sledovat tělesné projevy a změny člověka v kontrolovaném prostředí. Nehodí se ale k měření vrcholných

dává dodnes. Odhaduje se, že průměrný cyklista "ve

formě" může podávat výkon zhruba 3 watty na každy

kilogram své váhy po dobu jedné hodiny, tedy okolo

200 wattů v případě sedmdesátikilového cyklisty.

výkonů, protože svaly na nohou se obvyle unaví dříve než zbytek lidského těla. Co se týče poměru vynaložené energie a rychlosti přepravy, jsou jízdní kola tím nejefektivnějším do-

pravním prostředkem. Nejsou totiž tolik limitována kvalitou povrchu, po kterém jedou, a i netrénovaný člověk dokáže na kole ujet několik desítek kilometrů denně. V rámci bicyklů jsou pak z hlediska aerodynamiky nejefektivnější tzv. kapotovaná lehokola. Dokazuje to mimo jiné fakt, že na jednom takovém lehokole nazvaném Varna Diablo II. se v roce 2002 podařilo Samu Wittinghamovi ujet po rovině 200 metrů rychlostí 130,36 kilometrů za hodinu bez toho, aniž by mu někdo rozrážel vzduch.

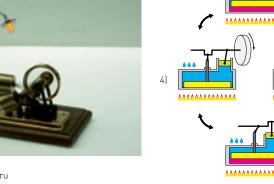
sokými tlaky plynu, což jsou společně se špatnou renejvětší negativa stěžující jeho širší využití.



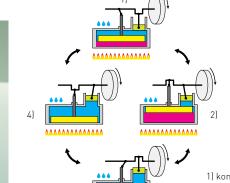
telných zdrojích obecně. Ceněn je také pro svůj tichý chod, vysokou životnost a minimální poruchovost danou absencí zapalovacích svíček. Jeho provoz však vyžaduje velký chladič s výkonným ventilátorem a pro dosažení maximální účinnosti je třeba pracovat s vy-

Stirlingův motor má dva pracovní prostory, v nichž je prakticky stejný tlak a díky tomu mezi nimi může vol-

do chladiče nebo naopak.



ně proudit plyn. Jeden z prostorů je studený, druhý horký. Docílit toho lze buď přímým ohříváním a chlazením komor (viz pracovní cyklus), nebo - což je častější - vnějším ohřívačem a chladičem. Mezi ohří vačem a chladičem je obvykle zařazen ještě regenerátor akumulující teplo plynu procházejícího z ohřívače



s vyzařováním různých povrchů při steiné teplotě je možno provést pomocí tzv. Leslieho kos ky a snímače tepelného zářen Leslieho kostka je dutá měděná

množství tepla vyzařují stříbřitě

lesklé povrchy, největší pak čer-

né matné povrchy. Tento faktor

je hojně využíván při konstruk

ci stříbřitých termosek pro min

nalizaci tepelného sálání, nebo

naopak u černě zbarvených chla

dičů kosmických lodí, které maximalizují vyzářené teplo. Pokus krychle k zjišťování vyzařován tepla z horkého tělesa v závislos ti na jeho teplotě a povrchu. Je em k nalití horké vody a otvorem k vložení teploměru nebo sníma če teploty. Strany jsou každá jiná

LIDSKÁ SÍLA – CYKLOTRENAŽER

obyčejně myslí, kolik lidí je potřeba na vykonání určité práce. I tak se ale až o deset let později levnější "power tap," jenž se pro-

příliš drahé, masovým kasovním trhákem se tak stal



Anglický lékař a fyzik William Gilbert začátkem 2) zahřívání 17. století ziistil, že Země je vlastně obrovský mag net, který kolem sebe vytváří geomagnetické pole. Suspenze z magnetických nanočástic Laserové diody Model Stirlingova motoru

HYDRODYNAMICKÝ ANALOGON **BERNOULIHO TRAT** Když slavný holandsko-švýcarský matematik a zakladatel hydrodynamiky Daniel Bernoulli publikoval v roce 1738 ve svém díle Hydrodynamica tzv. Bernoulliho rovnici vyjadřující zákon zachování mechanické energie, v tzv. Lavalových tryskách apod. bylo třeba ji také názorně dokázat. A právě k tomu slouží Bernoulliho trať, mechanika tekutin a aerodynamika.

tlak a naopak. Pokud navíc plvn proudí trubicí dostatečnou rychlostí, tlak v tomto místě se natolik zmenší, že ho lze využít například pro odsávání. Tomuto jevu se říká hydrodynamický paradox a v reálném životě se s ním můžete setkat například u rozprašovačů, natěračských pistolí nebo v karburátoru.

nice potom říká, že součet těchto energií je v potrutrať například vysvětluje i to, proč mohou letadla bí vždy stejný, pouze zmenšený o hodnotu ztrát. Když a ptáci létat nebo proč se k sobě přisají dva listy papítedy budeme uvažovat vodorovné potrubí, kde je výšru, které podržíte vedle sebe a fouknete mezi ně ka h neměnná, bude platit, že pokud zvýšíme zúže



Fotografie Bernoulliho trati

Na tomto principu byl sestrojen rtuťový daleko-

hled NODO (NASA Orbital Debris Observatory).

Dalekohled, který využívá rotující rtuti jako zrca-

dla, byl postaven v Novém Mexiku v nadmořské výš-

ce 2772 m, 3 km severně od vesničky Cloudcroft. Bylo

využito 5 litrů rtuti, která rotovala rychlostí 7 otáček

za minutu. Rotující rtuť vytvořila parabolický profil

o průměru 3 metry. Kvalita získaných snímků je srov-

natelná s obdobnými klasickými systémy. Nevýhodou

Hladina v klidu

Hladina při rotac

a ekologii.

vzduchu přirozenou změnou tlaku.

Kouřové tunely se liší od aerodynamických především zkoumání místní turbulence a lze ji aplikovat také na to metodou se provádí často také ve volném prostoru kaci proudění vzduchu, ke zjišťování směru proudění

proudů případně i další parametry. Kde se s tím mohu setkat?

komín na střeše domu při foukajícím větru. Na závětr né straně střechy je možno pozorovat veliký vzdušný



Chvění je kmitavý pohyb povrchů těles, který má for-

zdrojem zvuku, vvužívá se zejména u hudebních ná-

strojů, ale může být naopak také vyvoláno zvukem

vhodné frekvence, na níž těleso rezonuje. Rozložení

módech lze zkoumat např. metodou tzv. Chladniho

obrazců, kdy se povrch posype světlým práškem.

kmiten a uzlů na povrchu tělesa v různých vibračních

Kmitny jsou místa, v nichž body kmitají s největší am-

plitudou. Naopak místa, kde isou body neustále v kli-

du, nekmitají, se nazývají uzly. Při chvění se prášek

odsvpe z míst, kde isou kmitny, a usadí se v místech

chý, takže ho klidně zvládnete i sami. Potřebovat bu

dete pouze ocelovou desku, jemný písek a smyčec.

Praktický experimen

Magnetizmus je fyzikální jev projevující se primárně silovým působením na

např. silové působení na tělesa či změny elektrických, optických a dalších

materiálových a termodynamických charakteristik látek vystavených mag-

pohybující se nositele elektrického náboje. Důsledkem tohoto působení jsou

uzlů. Pokus s Chladniho obrazci je poměrně jednodu-

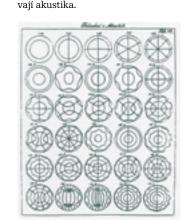
mu dvourozměrných stojatých vln. Chvění těles je

Kouřový tunel

VIBRAČNÍ VLNY

Kmitání, též oscilace nebo kmitavý děj, je změna určité veličiny vykazující opakování nebo tendenci k němu – typicky v čase. Kmitající systém se nazývá oscilátor. Dochází-li k přenosu kmitání prostorem, hovoří se o vlnění

(např. elektromagnetickém). Zvuk je mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Frekvence tohoto vlnění, které je člověk schopen vnímat, jsou značně individuální a leží v intervalu přibližně od 16 Hz až do 20 000 Hz. Mechanické vlnění mimo tento frekvenční rozsah sluchový viem nevyvolává, přesto se někdy také označuje jako zvuk. Frekvenci nižší než 16 Hz má infrazvuk, slyší jej např. sloni, Frekvenci vyšší než 20 kHz má ultrazvuk, který mohou vnímat např. psi, delfíni či netopýři. Děje, které jsou spojeny se vznikem zvuku, jeho šířením a vnímáním, se nazý-



Chladniho obrazce na kruhové desce

MAGNETIZMUS

netickému působení.

Magnetismus byl objeven nezávisle na elektřině jako

vlastnost zmagnetizovaných materiálů nacházejících

se v přírodě. U tzv. feromagnetických látek (většina

druhů ocele, železo) lze již slabým vnějším magnetic

kým polem vyvolat takové změny uspořádání atomů,

že magnetické pole zesílí a v některých případech lze

dokonce vytvořit permanentní magnet, jenž se svým

Magnetické působení je zprostředkováno magnetic-

je pohybující se elektrický náboj (elektrický proud).

Magnetické pole lze tedy pozorovat kolem elektric-

kých vodičů, kde je zdrojem volný elektrický proud,

jsou jeho zdrojem vázané elektrické proudy. Pole lze

ale také kolem tzv. permanentních magnetů, kde

kým polem, resp. fyzikálním polem, jehož zdrojem

magnetismem projevuje i samostatně.

vizu alizovat pomocí tzv. siločar.

Magdeburské polokoule nerozdělí ani 16 kon

ELEKTROSTATIKA

Elektrostatika je fyzikální disciplína zabývající se elektrickými jevy, které souvisejí s ustáleným vzájemným silovým působením elektricky nabitých částic a těles. V širším slova smyslu se do elektrostatiky řadí i jevy elektrizace těles a projevy statické elektřiny. Základním zákonem elektrostatiky je Coulombův zákon, ze kterého lze odvodit další zákony a věty elektrostatiky.

váděl William Gilbert, který ho jako první odlišil od působení magnetického a zavedl pojem elektřina. Zákonitosti silového působení nezávisle na sobě kvantitativně popsali Henry Cavendish a Charles August Coulomb, podle nějž je nazván zmiňovaný Coulombův zákon. Třebaže elektrostatické síly se zdají být dosti slabé, elektrostatická síla působící mezi elektronem a protonem v jádře vodíkového atomu je asi o 40 řádů silnější než jejich vzájemné gravitační přitahování Elektrostatické silové působení je možné demonstro

vat na příkladech, jako je přilnavost silonového sáč-

ku k ruce, přitažlivost vlasů a hřebenu během česání

nebo hromadění polétavého prachu na televizní obra-

zovce. Obecně pak lze říci, že všechny tyto jevy jsou

První měření elektrického silového působení pro-

založeny na skutečnosti, že hmotná látka je na mikroskopické úrovni tvořena z elektricky nabitých částic. Na principu elektrického odpuzování souhlasných nábojů je založen elektroskop. Elektrostatické přitažlivé síly jsou využívány v xerografii nebo v elektrostatických odlučovačích např. u průmyslových kouřovodů Pro pokusy s elektrostatickým napětím je možno vyu-

fyzik R. J. van de Graaff, je elektrostatický stroj umož ňující nabíjet kovovou kouli na velmi vysoké napětí. vodiče nachází dutina, v níž nejsou žádné makroskopické náboje, zůstává v této dutině intenzita elek trického pole nulová. Náboj, přivedený dovnitř vodiče se okamžitě přemístí na vnější povrch a pole uvnitř dutiny se nezmění. Opakovaným přiváděním náboje do vnitřku vodiče jej lze nabít téměř neomezeně vel kým nábojem. Pokud dojde u dvou elektrod k přiblíže ní na tzv. přeskokového napětí, dojde k ionizaci plynu mezi nimi a k přeskoku blesku.

Do konce 30. let 20. století byly sestrojeny obří gene-

rátory vyrábějící až 5 MV. Princip van de Graaffova

generátoru je založen na tom, že pokud se uvnitř

žít Van de Graaffova generátoru. Van de Graaffův generátor, který vynalezl americký

Siločáry isou uzavřené neprotínající se orientované křivky, jejichž tečna v daném bodě má směr vektoru magnetické indukce a jejichž hustota je úměrná velikosti vektoru magnetické indukce. Volně otáčivá úzká magnetka či cívka vložená do pole a protékaná elektrickým proudem se tedy ustálí tak, že jejich osa bude tečnou k indukčním čárám magnetického pole v tomto bodě.

nost jako první objevil Kryštof Kolumbus na své cestě do Ameriky, když zjistil, že osa střelky svírá se spojnicí zemského severu a jihu určitý úhel, který se během cesty měnil. Tomuto jevu se říká magnetická Oba magnetické póly Země navíc nejsou stále na jednom místě. Naopak - pohybují se. Za posledních 120 let urazil severní magnetický pól dráhu asi 300 km a jižní dokonce kolem 1000 km. Z posledních měře

ní vyplynulo, že póly se pohybují rychlostí až 15 km

Vzhledem k tomu, že severní pól magnetky směřuje

blízkosti jižní magnetický pól Země. Tuto skuteč-

přibližně k severnímu zeměpisnému pólu, leží v jeho



HLADINA V ROTAČNÍ NÁDOBĚ

Pokud roztočíme nádobu s kapalinou, která má volnou hladinu, určitými otáčkami n, bude mít hladina tvar rotačního paraboloidu s výškou h. Vzniklý paraboloid je v praxi možné pozorovat jednoduše tak, že v lavoru roztočíte vodu rukou nebo zapnete mixer, třeba až si budete dělat koktejl. V průmyslu je tento jev k nalezení třeba v odstředivkách na mléko nebo ve farmacii. Výsledkem ale může být i vesmírný teleskop s tekutým zrcadlem.

jsou jedovaté rtuťové výpary a nemožnost naklánět dalekohled (míří stále do zenitu). Pořizovací cena je zhruba 10 % ceny obdobného zrcadlového přístroje. Činnost dalekohledu byla ukončena v roce 2002, části se použily při stavbě šestimetrového rtuťového dalekohledu LZT (Large Zenith Telescope), který funguje 70 km východně od Vancouveru od roku 2003. Tekuté zrcadlo má hmotnost 3 tuny. Stavbu zajišťuje University of British Columbia.



ENERGIE Z VODY

Vodní energie, jenž je hned po biomase nejvyužívanějším obnovitelným zdrojem energie, je historicky nejstarším živlem, který člověk opanoval za účelem získání energie. První využití našla především v dopravě, o něco později začala být užívána také k pohonu mechanismů. Odtud pak už byl jen krůček k tomu proměnit potenciální energii vody v energii elektrickou tak, jak to nyní činí vodní elektrárny.

2 × 325 MW

ní hráze a strojovny, v níž se nachází vodní turbína a na společné hřídeli umístěný elektrický generátor. Množství využitelné energie vodního toku závisí na spádu dvou různých vodních hladin a na velikosti vodního průtoku. Pro energetické využití jakéhokoliv vodního toku bývá tedy většinou nutné uměle vytvo řit výškový rozdíl hladin. Elektrická energie má velmi omezené možnosti skla-

dování a pokud je vyrobena, je nutné jí spotřebovat.

Obvyklý typ říční elektrárny se skládá z přehrad-



TEPELNÉ ZÁŘENÍ

Při vysílání tepelného záření tělesem se jeho vnitř-

ní energie zmenší o energii vyslaného tepelného zá-

ření. Vnitřní energie tělesa, na které dopadá tepelné

záření, se přitom zvětší o energii pohlceného záře-

ní. Při dopadu tepelného záření na těleso mohou na

stat v podstatě tři případy. První je ten, kdy tepelné

záření látkou tělesa prochází a teplota tělesa se ne-

zvýší. Druhý případ nastává tehdy, když se tepelné

záření od povrchu tělesa převážně odráží a zvýšení

teploty je malé. Třetí případ pak nastává, pokud je te-

pelné záření povrchem tělesa pohlcováno a těleso se

Energie vyzařovaná tepelným zářením závisí na něko-

lika faktorech jako jsou teplota tělesa, barva a struk

tura povrchu a velikost zářivé plochy. Neimenší

Neistarší elektrárnu tohoto druhu v České republi

ce najdeme na Šumavě, kde jako horní nádrž slou-

ží Černé jezero. Nejvýkonnější přečerpávací vodní

elektrárnou je u nás pak elektrárna Dlouhé strá-

ně v Hrubém Jeseníku, jejíž instalovaný výkon je

Dalším typem vodní elektrárny je elektrárna příli-

vová, která využívá periodického opakování přílivu

a odlivu moře. Stavba těchto elektráren je však mož

ná pouze v oblastech, s vysokým rozdílem mezi pří-

livem a odlivem. Příkladem je funkční přehrada při

ústí řeky Rance ve Francii se špičkovým výkonem až

Model vodní turbíny

Tepelné záření je druh elektromagnetického vlnění, závislého na teplotě

atomů a molekul tělesa. V obecném smyslu je tepelné záření totožné se

namického hlediska jde o tepelný přenos při jakékoli vlnové délce.

sáláním, tedy vyzařováním celého elektromagnetického spektra. Z termody-

tělesa, které se může šířit i vakuem. Podstatou sálání je tepelný pohyb

