

Základní stavové veličiny (p, v, T) a základní zákony pro základní termodynamické děje - zakreslete děje v p-V diagramu, uveďte vztahy mezi p-V-T
 Prac látky-Tlak-p(Pa)hm-m(kg)mol m M(kg/mol)objemV(m³)-měry ob-v(m³/kg)teplota-T(K)t=273,15, latk množství n(mol)-hustota at obsaz v látce,hustota-ro, unov plyn konst(J/kgK) Tlak-síla 1N působí kolmo na S=1m²; 1)Gay-Lussacuv izobar de; Za stálého tlaku roste objem plynu lineárně s teplotou. Hodnota teplotní objemové roztažnosti je pro všechny plyny stejná, nezávisí na tlaku. V=Tkonst 2)Charlesuv izochor-Za konstantního objemu roste tlak plynu lineárně s teplotou. Hodnota roztažnosti beta je pro všechny plyny stejná p=Tkonst 3)BOYLEUV-MARIOTTIEUVkonst bet-Za konstantní teploty je součin tlaku a objemu daného množství plynu konstantní. pV=konst4)Avogadruv-Různé ideální plyny stejných objemů obsahují za stejné teploty a tlaku stejný počet molekul (ne atomů). Stavová rovnice ideálního plynu, 2plynové konstanty, termodynamické plochy - napište všechny tvary stavové rovnice, jak se odvozuje stavová rovnice, stanovení plynové konstanty. Naznačte p-V-T diagram pro ideální plyn- Stav rov-pv=pT.plyni konst r=pV/T, r=Rm/M Rm univ plyn konst, jedn J/kgK; termodyn plochy-obr tvary 1kg ideal plynu pv=RT, m, kgpřidam m, latkové mnpV=mRmT

Směsi ideálních plynů, Daltonův zákon, určování jednotlivých vlastností směsi, přepočty zlomků.
Avogadruv, Amagatův zákon. Míchání za konstantního tlaku nebo za konstantní teploty.
 Dalton- Tlak ve směsi se rovná součtu tlaků jednotlivých plynů (parciálních tlaků) daných jejich stavovými rovnicemi suma i Urc vlast smesi-zast slozek ve sm je dano-a) hm zlomků(kap a pev latky)wi=m(i)/m(b) objem zlomků-xi=Vi/V(c) molar zlomký xi=n(i)/n směsi plynu Avogadruv zákon-Různé ideální plyny stejných objemů obsahují za stejné teploty a tlaku stejný počet molekul (ne atomů).M*V=Vm=konst Amagatuv-V1+V2=V I. Zákon termid pro uzavř. syst, obj a tech práce, vnitřní energie ental- uveďte obě formy v difer i intel f, obec vztahy pro výpočet vnitřní energie, entalpie, technické a objemové práce. Vysvětlete rozdíl mezi objemovou a technickou prací I. Zákon- Teplo lze měnit v práci a naopak, a to se děje dle určitého vztahu. Součet energií v izolované soustavě je konstantní. dA=F*d=dp*S*dl=p*dV Technická-At- práce na hřídelích rotačních strojů. Je to práce na hřídelích rotačních strojů. Vnitřní energie U-Pro dA = p.dV = 0 (platí u dějů za konstantního objemu) je vnitřní energie dU rovná teplo dQ dU=U2-U1=mcv(T2-T1) dH=H2-H1=mcP(T2-T1)

Termodynamické děje, zakreslete je v p-v a T-s diagramech, výpočty tepla, technické a objemové práce. Určení entropie.
 soustava prochází jen rovnovážními stavy (lze použít stavovou rovnici) a při opakném ději se vrátí do původního stavu Izochor- izobar-Izoterm-Adiab- polytrop

Termodynamické vratné děje. Uveďte příklady vratných dějů, zvláště se věnuje případu tření a vedení tepla. Zakreslte v diagramech a stanovte entropii.
 Při vratných dějích soustava neprochází rovnovážními stavy a při ději opakném se nevratě - dQ = dQrev + dQirrev dopůvodního stavu. Typické vratné děje v termomechanice. Vznik tepla třením Přenos tepla dS = dQ/dT = dQrev/dT + dQirrev/dT při konečném rozdílu teplot Difúze plynů Vyrovnání konečných rozdílu tlaků Skrcení plynů a par. TŘENÍ - V izolované soustavě entropie roste > tření je nevratný děj. VEDENÍ - Vratné termodyn děje jako zvláštní případ polyt děje. -Zakreslte všechny termodynamické děje do p-v a T-s diagramu, uveďte u nich exponent polytropy. Měrná tepelná kapacita polytropického děje a její grafické znázornění. isochor-

Termodynamické vratné děje. Uveďte příklady vratných dějů, zvláště se věnuje případu tření a vedení tepla. Zakreslte v diagramech a stanovte entropii.
 Při vratných dějích soustava neprochází rovnovážními stavy a při ději opakném se nevratě - dQ = dQrev + dQirrev dopůvodního stavu. Typické vratné děje v termomechanice. Vznik tepla třením Přenos tepla dS = dQ/dT = dQrev/dT + dQirrev/dT při konečném rozdílu teplot Difúze plynů Vyrovnání konečných rozdílu tlaků Skrcení plynů a par. TŘENÍ - V izolované soustavě entropie roste > tření je nevratný děj. VEDENÍ - Vratné termodyn děje jako zvláštní případ polyt děje. -Zakreslte všechny termodynamické děje do p-v a T-s diagramu, uveďte u nich exponent polytropy. Měrná tepelná kapacita polytropického děje a její grafické znázornění. isochor-

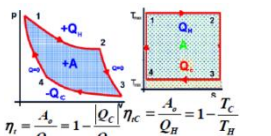
Termodynamické vratné děje. Uveďte příklady vratných dějů, zvláště se věnuje případu tření a vedení tepla. Zakreslte v diagramech a stanovte entropii.
 Při vratných dějích soustava neprochází rovnovážními stavy a při ději opakném se nevratě - dQ = dQrev + dQirrev dopůvodního stavu. Typické vratné děje v termomechanice. Vznik tepla třením Přenos tepla dS = dQ/dT = dQrev/dT + dQirrev/dT při konečném rozdílu teplot Difúze plynů Vyrovnání konečných rozdílu tlaků Skrcení plynů a par. TŘENÍ - V izolované soustavě entropie roste > tření je nevratný děj. VEDENÍ - Vratné termodyn děje jako zvláštní případ polyt děje. -Zakreslte všechny termodynamické děje do p-v a T-s diagramu, uveďte u nich exponent polytropy. Měrná tepelná kapacita polytropického děje a její grafické znázornění. isochor-

Termodynamické vratné děje. Uveďte příklady vratných dějů, zvláště se věnuje případu tření a vedení tepla. Zakreslte v diagramech a stanovte entropii.
 Při vratných dějích soustava neprochází rovnovážními stavy a při ději opakném se nevratě - dQ = dQrev + dQirrev dopůvodního stavu. Typické vratné děje v termomechanice. Vznik tepla třením Přenos tepla dS = dQ/dT = dQrev/dT + dQirrev/dT při konečném rozdílu teplot Difúze plynů Vyrovnání konečných rozdílu tlaků Skrcení plynů a par. TŘENÍ - V izolované soustavě entropie roste > tření je nevratný děj. VEDENÍ - Vratné termodyn děje jako zvláštní případ polyt děje. -Zakreslte všechny termodynamické děje do p-v a T-s diagramu, uveďte u nich exponent polytropy. Měrná tepelná kapacita polytropického děje a její grafické znázornění. isochor-

Entropie, Clausiův integrál. Definice entropie, odvození Clausiova integrálu, pro vratné a nevratné děje
 Entropie=dS=dQ/T, • určuje směr vývoje soustavy umožní dokázat nevratné termodynamické dějeurčuje pravděpodobnost systémuurčuje míru disipace látky či energieurčuje míru neuspřádání systémuurčuje míru znehodnocení kvality systému Entropie je stavová veličina, dS je totální diferenciál a lze psát následující integrál

Pro termodynamický děje: ∫ dS = S2 - S1, ∫ dS = S2 - S1
 Pro vratné děje: ∫ dS = 0, ∫ dS = 0

Carnotův cyklus, termická účinnost zakreslení v p-v a T-s diagramu. Výpočet Carnotova cyklu tj. práce, přivedeného a odvedeného tepla
 Prívod tepla QH=Q12=m*r*TH*lnv2/v1
 Odvod tepla QC=Q34=m*r*TC*lnv4/v3
 Práce a=qh-qc
 Termická účinnost Carnotova cyklu
 • Závisí na teplotách, nezávisí na druhu pracovní látky
 • Roste s rostoucí teplotou TH a klesající teplotou TC (nelze jít pod nejnižší teplotu v okolí)
 • Je vždy menší než 1 a pro TH = TC je term úč=0



Obráncený Carnotův cyklus, chladicí a topný faktor. Výpočet obráceného Carnotova cyklu tj. přivedenépráce, přivedeného a odvedeného tepla
 Jako první akorat směr je naopak a prívod a odvod tepla
 Chladicí faktor-epsilon=TC/(TH-TC)Topný faktor-TH/(TC-TH)
Oběh ideálních a skutečných kompresorů. Srovnání izotermického, adiabatického a polytropického kompresoru. Zakreslení dějů v p-v a T-s diagramu. Výpočet příkonu pro pohon kompresoru, výpočet teploty na konci komprese.

Oběh ideálních a skutečných kompresorů. Srovnání izotermického, adiabatického a polytropického kompresoru. Zakreslení dějů v p-v a T-s diagramu. Výpočet příkonu pro pohon kompresoru, výpočet teploty na konci komprese.
 Jako první akorat směr je naopak a prívod a odvod tepla
 Chladicí faktor-epsilon=TC/(TH-TC)Topný faktor-TH/(TC-TH)
Oběh ideálních a skutečných kompresorů. Srovnání izotermického, adiabatického a polytropického kompresoru. Zakreslení dějů v p-v a T-s diagramu. Výpočet příkonu pro pohon kompresoru, výpočet teploty na konci komprese.

Vicestupňové kompresory. Zakreslte v p-v a T-S diagramu. Volba počtu stupňů kompresoru. Výpočet příkonu vicestupňového kompresoru.
 log P2/P1 = n * log g_max
 P = sum(m_i * a_i) = n * p * V * [epsilon^n - 1] * z

Oběhy spalovacích motorů v p-v a T-s diagramech, kompresní poměr Ottuv Dieseluv
 • 4-dobý motor 0-1-2-3-4-1-0
 • 2-dobý motor 1-2-3-4-1
 Zdvihový objem Vz = V1 - V2
 Kompresní objem VK = V2
 Kompresní poměr ε = V1 / V2

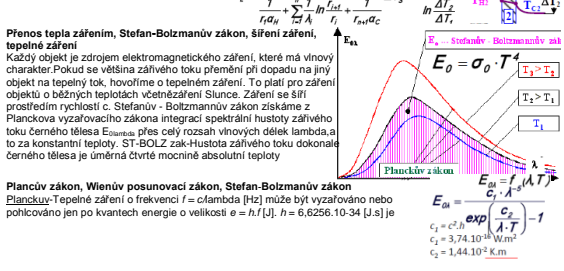
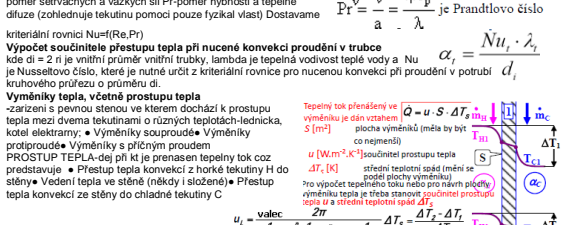
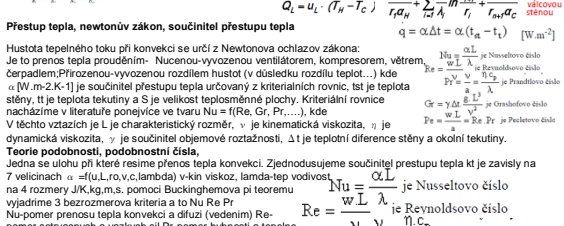
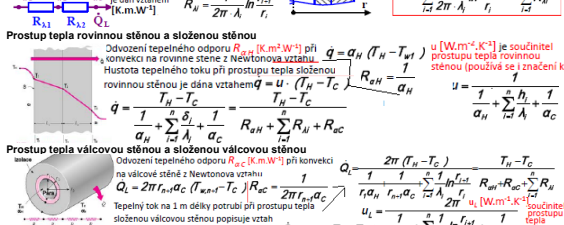
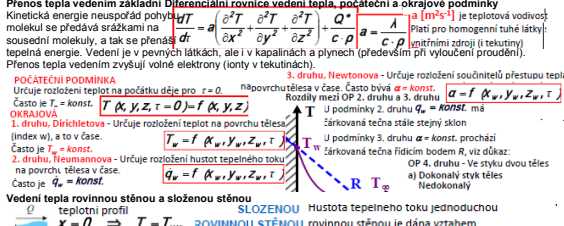
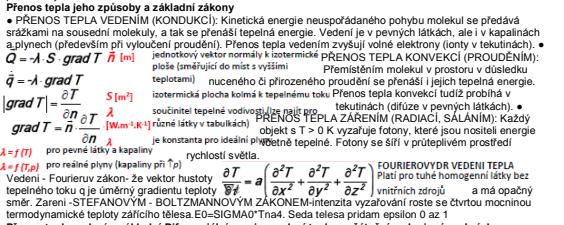
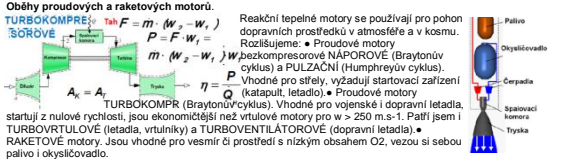
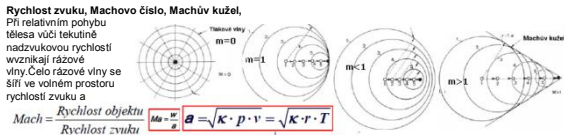
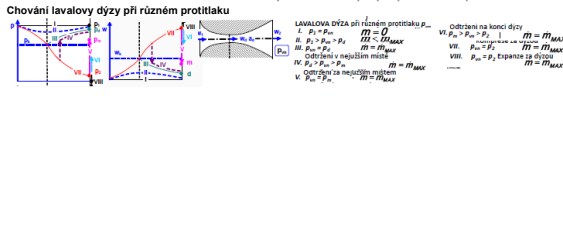
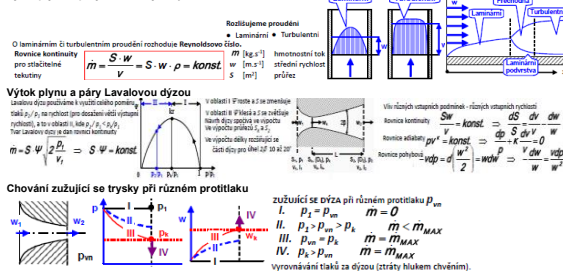
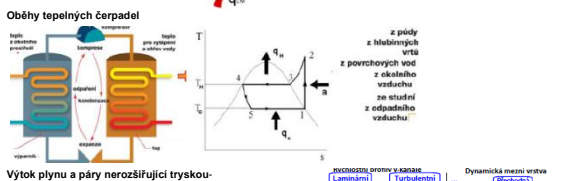
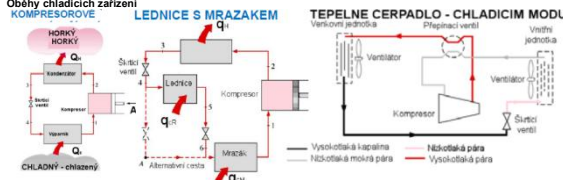
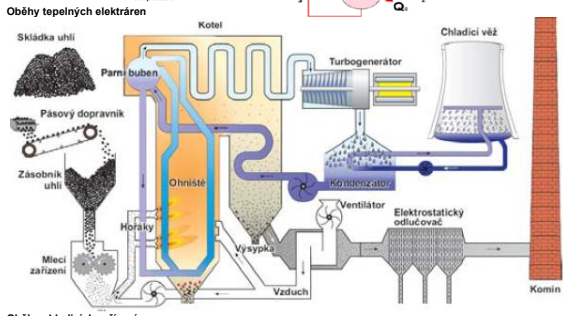
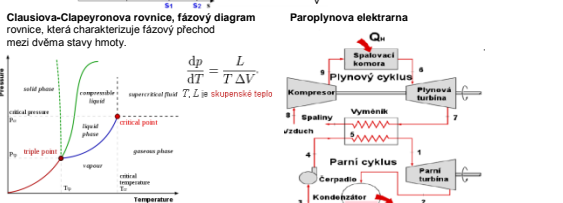
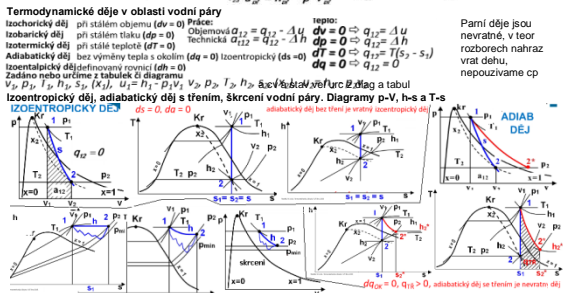
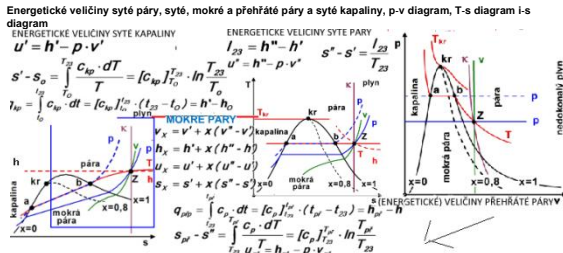
Oběhy spalovacích motorů v p-v a T-s diagramech, kompresní poměr Sabate Obecný
 • 4-dobý motor 0-1-2-3-4-1-0
 • 2-dobý motor 1-2-3-4-1
 Zdvihový objem Vz = V1 - V2
 Kompresní objem VK = V2
 Kompresní poměr ε = V1 / V2

Kompresní poměr ε = V1 / V2
 Porovnání termické účinnosti jednotlivých cyklů spalovacích motorů, který cyklus je neúčinnější
 Při st kompres pomerech je nejuc Ottuv; při komprese dle praxe je to Sabatuv
OTTUV CYKLUS DIESELUV CYKLUS SABATE CYKLUS
 η1 = 1 - mcV((T4-T1)/(T3-T2)) - 1 / (T4-T1) η1 = 1 - mcV((T4-T1)/(T3-T2)) - 1 / (T4-T1) η1 = 1 - ε^(1-κ) / (ε^(1-κ) - 1) * (T4-T1)/(T3-T2)

Oběh plynových turbín, zakreslte v p-v a T-s diagramu, termická účinnost BRAYTONOVÝ CYKLUS HUMPHERYUV
CYKLUS
 η1 = 1 - (εp)^(-1/κ)

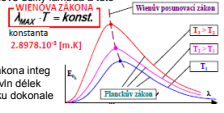
Reálné plyny včetně vodní páry, kompresní faktor, čím je ovlivněno chování reálných plynů
 Reálný plyn se chová téměř jako ideální v případě dostatečně vysokých teplot a nízkých tlaků tj. model je platný přibližně pro řídké plyny za normálních termodynamických podmínek kompresní faktor-pv/pT • Molekuly mají stejnou hmotnost, kulový tvar a stejný poloměr • Objem molekul je zanedbatelný vůči celkovému objemu plynu • Povrch molekul je dokonale hladký a molekuly jsou dokonale pružné • Mezi srážkami na sebe molekuly silově nepůsobí (konají rovnoměrný přímočarý pohyb) • Vnitřní energie U je pouze funkcí teploty U=f(T)
Změna skupenství u vody, fázový diagram, anomálie vody, ohřev vody při konstantním tlaku, suchost páry
 Zmen skup-plyn-desubli-pevna látka >tani> kapalina >vyparovaní-plyn ANOMALIE-rosteli teplota, hust se zmens(neplatí pro vodu mezi 0-4°C voda u dna
 Systé kapaliny
 Systé páry
 suchost páry
 x=0
 x=1
 Cp=f(t,p)
 f Kapalina
 g Plyn
 h Mokrý pára - směs systé kapaliny a systé páry
 i Přehřátá pára

Reálné plyny včetně vodní páry, kompresní faktor, čím je ovlivněno chování reálných plynů
 Reálný plyn se chová téměř jako ideální v případě dostatečně vysokých teplot a nízkých tlaků tj. model je platný přibližně pro řídké plyny za normálních termodynamických podmínek kompresní faktor-pv/pT • Molekuly mají stejnou hmotnost, kulový tvar a stejný poloměr • Objem molekul je zanedbatelný vůči celkovému objemu plynu • Povrch molekul je dokonale hladký a molekuly jsou dokonale pružné • Mezi srážkami na sebe molekuly silově nepůsobí (konají rovnoměrný přímočarý pohyb) • Vnitřní energie U je pouze funkcí teploty U=f(T)
Změna skupenství u vody, fázový diagram, anomálie vody, ohřev vody při konstantním tlaku, suchost páry
 Zmen skup-plyn-desubli-pevna látka >tani> kapalina >vyparovaní-plyn ANOMALIE-rosteli teplota, hust se zmens(neplatí pro vodu mezi 0-4°C voda u dna
 Systé kapaliny
 Systé páry
 suchost páry
 x=0
 x=1
 Cp=f(t,p)
 f Kapalina
 g Plyn
 h Mokrý pára - směs systé kapaliny a systé páry
 i Přehřátá pára



Planckova konstanta. MATEMATICKÁ FORMULACE PLANCKOVA ZÁKONA a Plyne ze slovní formulace a definuje spektrální hustotu zářivého toku černého tělesa

WIENLIV-získáme z Planckova vyzářovacího zákona derivací spektrální hustoty zářivého toku černého tělesa λ_{max} a tuto derivaci položíme rovnu nule. Tím získáme průběh poloh maxim izotermem v diagramu závislosti spektrální hustoty zářivého toku dokonale černého tělesa $E_{\lambda,abs}$ na vlnové délce λ . S rostoucí teplotou zářiče se posouvá maximální hodnota spektrální hustoty zářivého toku ke kratším vlnovým délkám



Stefanův - Boltzmannův zákon získáme z Planckova vyzářovacího zákona integrováním spektrální hustoty zářivého toku černého tělesa přes celý rozsah vln délek λ . a to za konstantní teploty. ST-BOLZ zakon-Hustota zářivého toku dokonale černého tělesa je úměrná čtvrté mocnině absolutní teploty

I. a II. Kirchhoffovy zákony, emisivita, dokonale černé a bílé těleso, šedé těleso, skutečné těleso



Záření mezi dvěma povrchy při různých konfiguracích povrchů

$T_1 > T_2$

Vlastní zářivost stěn (hustoty zářivých toků)

$$E_1 = \epsilon_1 \cdot \sigma_0 \cdot T_1^4 \quad E_2 = \epsilon_2 \cdot \sigma_0 \cdot T_2^4$$

Elektrivní zářivost stěny 1 $\epsilon_1 = A_1 \quad \epsilon_2 = A_2$

$$E_{refl} = E_1 + (1 - \epsilon_1) E_{refl} + D_{1=0} \quad D_{1=0}$$

$$E_{refl} = E_1 + (1 - \epsilon_1) E_2 + (1 - \epsilon_1) (1 - \epsilon_2) E_{refl}$$

Po úpravě

$$E_{refl} = \frac{E_1 + (1 - \epsilon_1) E_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2 - \epsilon_1 \epsilon_2} \quad E_{refl} = \frac{E_2 + (1 - \epsilon_2) E_1}{\epsilon_1 + \epsilon_2 - \epsilon_1 \epsilon_2}$$

Výsledný tok zářivosti $E_{refl} = E_{refl} - E_{refl}$

$$E_{refl} = \frac{\epsilon_2 E_1 - \epsilon_1 E_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2 - \epsilon_1 \epsilon_2} = \frac{\epsilon_2 \epsilon_1 \sigma_0 T_1^4 - \epsilon_1 \epsilon_2 \sigma_0 T_2^4}{\epsilon_1 + \epsilon_2 - \epsilon_1 \epsilon_2}$$

Pro hustotu tepelného toku záření mezi dvěma nekonečně rozlehlymi paralelními stěnami lze psát

$$q_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \sigma_0 \epsilon_{12} (T_1^4 - T_2^4)$$

ϵ_{12} zde značí součinitel vzájemné emisivity pro paralelní stěny

Sklenkový efekt, vysvětlit pro skleník a Zemi. Stefan-Boltzmannův zákon ST-BOLZ zakon-Hustota zářivého toku dokonale černého tělesa je úměrná čtvrté mocnině absolutní teploty. Sklenkový efekt vzniká za sklem ozářovaným sluncem - ve skleníku. Sklo umožňuje snadný průchod širokého spektra slunečního záření, které má vysokou teplotu. Sklo brání průchodu vlastního záření objektu ve skleníku o nízké teplotě. Sklenkový efekt vzniká i u jiných materiálů. Znamé jsou sklenkové plyny (H₂O, CO₂, N₂O, O₃ ...) způsobující sklenkový efekt v atmosféře. V atmosféře by mělo být optimální množství sklenkových plynů

