



Energie (Úvod)



Tomáš Hák

FHS UK

SKE, LS

What the f..k is this?

- obnovitelné zdroje energie (OZE bez vodních elektráren) vyrobily v r. 2017 v EU **679 TWh**
- Účinnost fotosyntézy je **10 %** (býložravci)
- Sluneční konstanta je **1390 W/m²**
- JE Temelín má 2 bloky každý s elektrickým výkonem **1055 MW**
- Spotřeba primárních energetických zdrojů (PEZ) v ČR činila **150 GJ/osoba**
- BM určité osoby je **2000 kcal/den**
- Lednice spotřebuje **0,45 kWh** elektřiny za 24 hodin.
- Auto s výkonem **160 HP** (koní)
- v r.2040 produkce plynu dosáhne 110 mil. **barelů ropného ekvivalentu** denně.
- Energie, emergie, exergie, anergie...?



Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?
- Jaký výkon má vaše auto ?
- Kolik energie spotřebuje základní metabolismus za 24 hod.?
- Je víc energie v litru oleje nebo v litru rumu?



Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?



Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?

3000 kWh (včetně topení a teplé vody)

Jen lednice spotřebuje 100-300 kWh elektrické energie ročně.

třída A spotřebuje kolem 108 kWh, třída D až 207 kWh, třída F až 310 kWh



Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?
- Jaký výkon má vaše auto ?



Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?
- Jaký výkon má vaše auto ?

Škoda 66 kW nebo 88 koní (HP)



Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?
- Jaký výkon má vaše auto ?
- Je víc energie v litru oleje nebo v litru rumu?



Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?
- Jaký výkon má vaše auto ?
- Je víc energie v litru oleje nebo v litru rumu?

8800 kcal vs 2300 kcal



Sacharidy

Bílkoviny

Tuky

1g

4 kcal

4 kcal

9 kcal

Víte, kolik

- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?
- Jaký výkon má vaše auto ?
- Kolik energie spotřebuje základní metabolismus za 24 hod.?



Víte, kolik

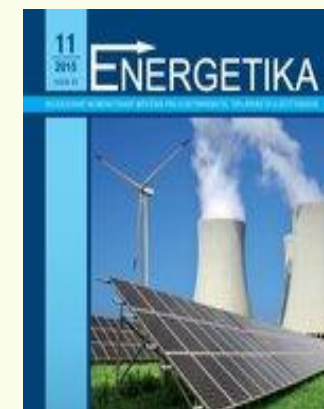
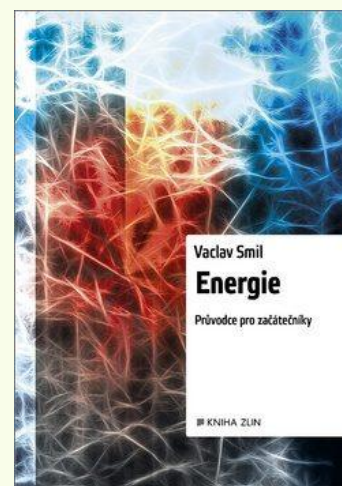
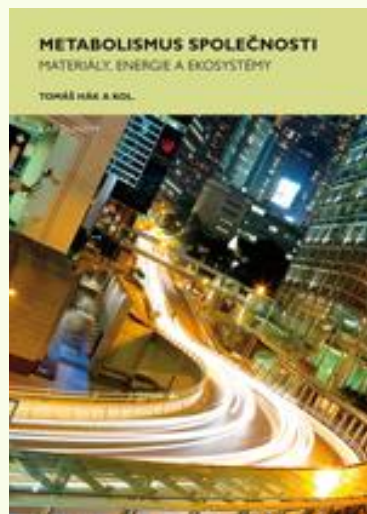
- Energie spotřebuje vaše domácnost za rok?
- Jaký výkon má vaše auto ?
- Kolik energie spotřebuje bazální metabolismus za 24 hod.?

30leté ženy o výšce 170 cm a hmotnosti 70 kg.

$$\text{BMR} = (9,247 \times \mathbf{70 \text{ kg}}) + (3,098 \times \mathbf{170 \text{ cm}}) - (4,33 \times \mathbf{30 \text{ let}}) + 447,593 = \mathbf{1490 \text{ kcal}}$$



Nezoufejte...!



**Informační portál**
ENERGETICKÉ GRAMOTNOSTI

Úvod do elektroenergetiky

Elektroenergetická soustava

Energetika aktuálně

Úspory energie

Ochrana spotřebitele

Energetický mix České republiky

Státní energetická koncepce





Vítejte na Zemi...

multimediální ročenka životního prostředí

-  KRAJINA
-  VODA
-  VZDUCH
-  PŮDA
-  **ENERGIE**
-  DOPRAVA
-  ODPADY
-  SPOTŘEBA A VÝROBA
-  Obecně-přírodovědný pohled
-  Společensko-ekonomický pohled
-  Environmentální pohled

Zdroje energie a životní prostředí

Vliv neobnovitelných zdrojů energie

Vliv těžby na životní prostředí

Vliv dopravy energetických surovin

Tankery a doprava po moři

Znečištění ovzduší ze spalování

Zdroje energie a životní prostředí

Lidé se již od začátku civilizace naučili využívat přírodní bohatství pro svůj užitek. Ovšem příliš se nezajímali o to, co po nich zůstane. Káceli stromy, aby měli dřevo na topení, ale nesázeli nové. Později začali těžit uhlí, ropu, zemní plyn či uran. V místě vydolovaných ložisek zůstávala často jen spoušť a nehostinná krajina. Lidé se k přírodě chovali kořistnický – co našli, to bylo jejich, a o dopady své činnosti na přírodu se už příliš



zpravodajství životního prostředí již od roku 1999



OVZDUŠÍ



VODA



ODPADY



PŘÍRODA



ENERGIE

17. března 2022



Dotace na energetické úspory veřejných budov

15. března 2022



Rekuperace pro domácnosti - jaké má výhody?

17. února 2022



Únerová Priorita

Až 40 % české elektřiny pochází z uhlí, jeho konec ale přinese nutnost hledání náhradních zdrojů i dovozu

1. dubna 2025 | ENERGIE



EKO KALENDÁŘ

Dnes slavíme

Den dobrých skutků



Hledat



CES

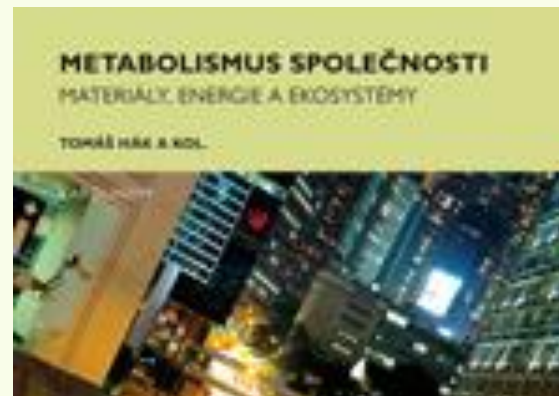


14:52

06.04.2025

Energetický metabolismus v přírodě a lidské společnosti

Lubomír Nondak



3. Energetický metabolismus v přírodě a lidské společnosti (Lubomír Nondak)	111
3.1 Úvod	111
3.2 Termodynamika živých systémů	114
3.3 Energetické procesy a zdroje na Zemi	117
3.4 Energetické toky v ekosystémech.....	130
3.5 Energie a lidská společnost	133
3.6 Energie potravy a zemědělství	144
3.7 Exergie a energetická účinnost.....	147
3.8 Energetické toky a jejich bilance	150
3.9 Závěr.....	158

3.1 ÚVOD

Dostupnost energie má pro lid-
žítost již od prvopočátků lidské
ly na územích bohatých na pro-
materiál, rudy) a energii (palivo
březích velkých řek. V těchto do-
témů a podřízen jejich metaboli
v předindustriální společnosti a
žilo na Zemi 0,5 miliardy lidí, kte-
třeba energie v roce 2008 byla
Energie potravin ze zemědělské
28 EJ. Dalšíh 22 EJ bylo odebrán
1500 průměrný obyvatel spotřeboval
přibližně 12 GJ energie (z cenoz 4-5 GJ
projedl). Dnešní průměrná roční spotřeba na obyvatele je více než šestkrát
vyšší. Významný je i růst dostupného mechanického výkonu. V roce 1500 byla



Osnova výuky

1. Jednotky, definice, příklady (energie, práce, výkon...)
2. Historie a koncepty – exergie a energetická účinnost, energ. návratnost, ne/obnovitelné zdroje, energetický otrok, efekt odrazu, energetický útes
3. Indikátory společenského energetického metabolismu; energetické toky a jejich bilance, analýza energetických toků (EFA), konečná spotřeba.

Ale také vědět takové základy, jako co je to uhlí (je v knize, nebude v prezentacích...)



Malý kvíz na začátku: Kolik pater vyběhnout.... ?



Polovina tyčky
25 g - 170 kcal
(700 kJ)

Potravou přijmeme energii (chemických vazeb),
potřebnou pro:

- biochemické reakce v buňkách
- mechanickou/kinetickou energii – pohyb)
- tepelnou energii (udržení tělesné teploty)



Energie – vlastnost hmoty a záření

Energie je ve vesmíru a všude kolem nás:

- Chemická energie ve svalech člověka umožňuje jeho pohyb (V našem těle probíhá mnoho změn poháněných energií. Potřebnou energii přijímá náš organismus v potravě)
- Teplo našeho těla je pohybová energie molekul, z nichž je složeno.
- Bez energie je dále nemyslitelná doprava, zemědělství, průmysl, vytápění, energetické spotřebiče apod.
- Kromě toho energetické spotřebiče nejenže potřebují energii, aby nám sloužily, ale už k jejich samotné výrobě je zapotřebí energie....



Energie – pojmy a dojmy

- Energii můžeme pozorovat v přírodě v mnoha různých formách. Její projevy vnímáme nejčastěji jako pohyb (kinetická nebo mechanická e.), teplo (tepelná e.), světlo (emg. e.) a chemická energie (živiny, palivo).
- slovo energie pochází z řeckého slova *energeia*, což znamená vůle, síla či schopnost k činům (Aristoteles, 4. st.př.n.l. – existenci předmětu udržuje *energeia*)
- Dodnes se běžně pletou a zaměňují pojmy **energie, síla a výkon**
- V jazyce používáme termín velmi široce – a nesprávně (cvičenky byly po hodině aerobiku nabity energií; vyzařovala z něj negativní energie; duševní energie...)
- Ve fyzice má svou jasnou definici



Energie – schopnost konat práci/měnit stav

- **schopnost fyzikální soustavy (látky nebo pole) konat práci/měnit stav**
- stav soustavy (její energie) se změní pokud na soustavě **konáme práci** nebo když jí **dodáváme teplo**. Zmena energie je dána součtem práce a tepla – ty se proto měří ve stejných jednotkách jako energie, i když nepopisují stav systému, ale úhrn nějakého procesu.
- **práce a teplo** (souvisí s dějem) - **procesní fyzikální veličiny**
- **práce** – uspořádaná forma předávání energie ze systému, který ji koná, do systému, který ji získává (také: působení síly na fyzikální těleso nebo na silové pole, při kterém dochází k posouvání nebo deformaci tohoto tělesa)
- **teplo** – popisuje změnu energie tělesa, je to předávaná část vnitřní energie látky (součet kinetických energií částic systému/látky)
- Jednotkou energie je **1 joule [J]** (dříve kalorie – [cal]) ;
1 Ws (Watt sekunda), 1 kilowatthodina [kWh]

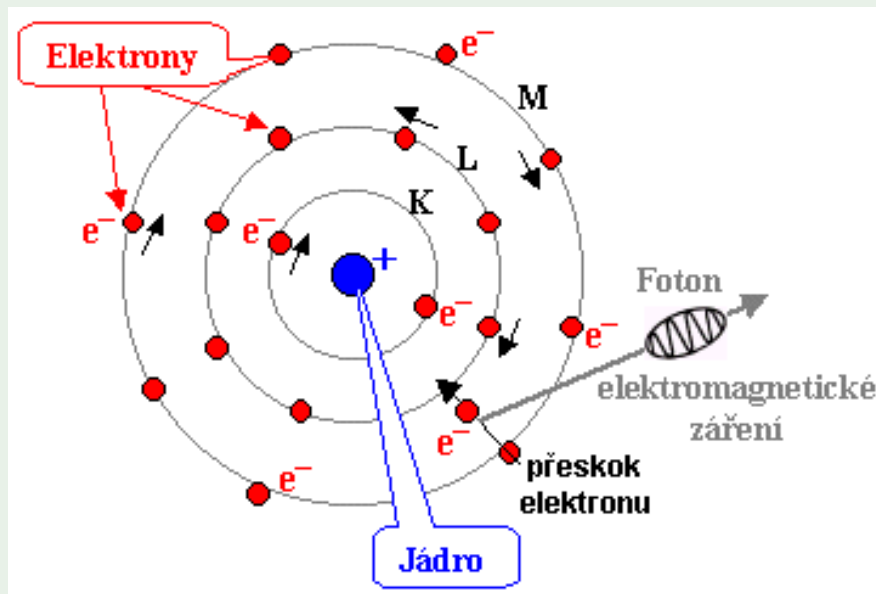


Energie – vlastnost hmoty a záření

Energie je nejdůležitější vlastností hmoty a záření

Je to **skalární fyzikální veličina, která popisuje schopnost hmoty (látky nebo pole) konat práci.**

- je obsažena v každém kousku hmoty i ve světelném paprsku (nosiči energie jsou obě základní složky vesmíru: elementární částice a fotony)

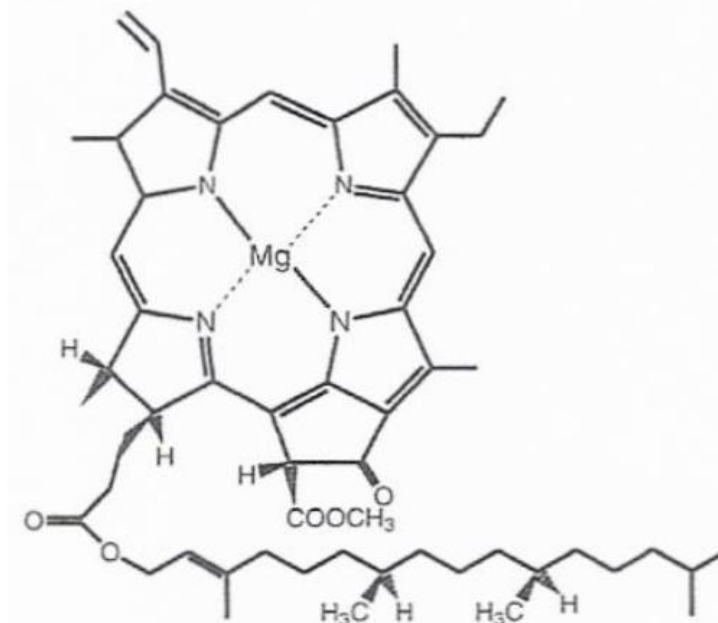
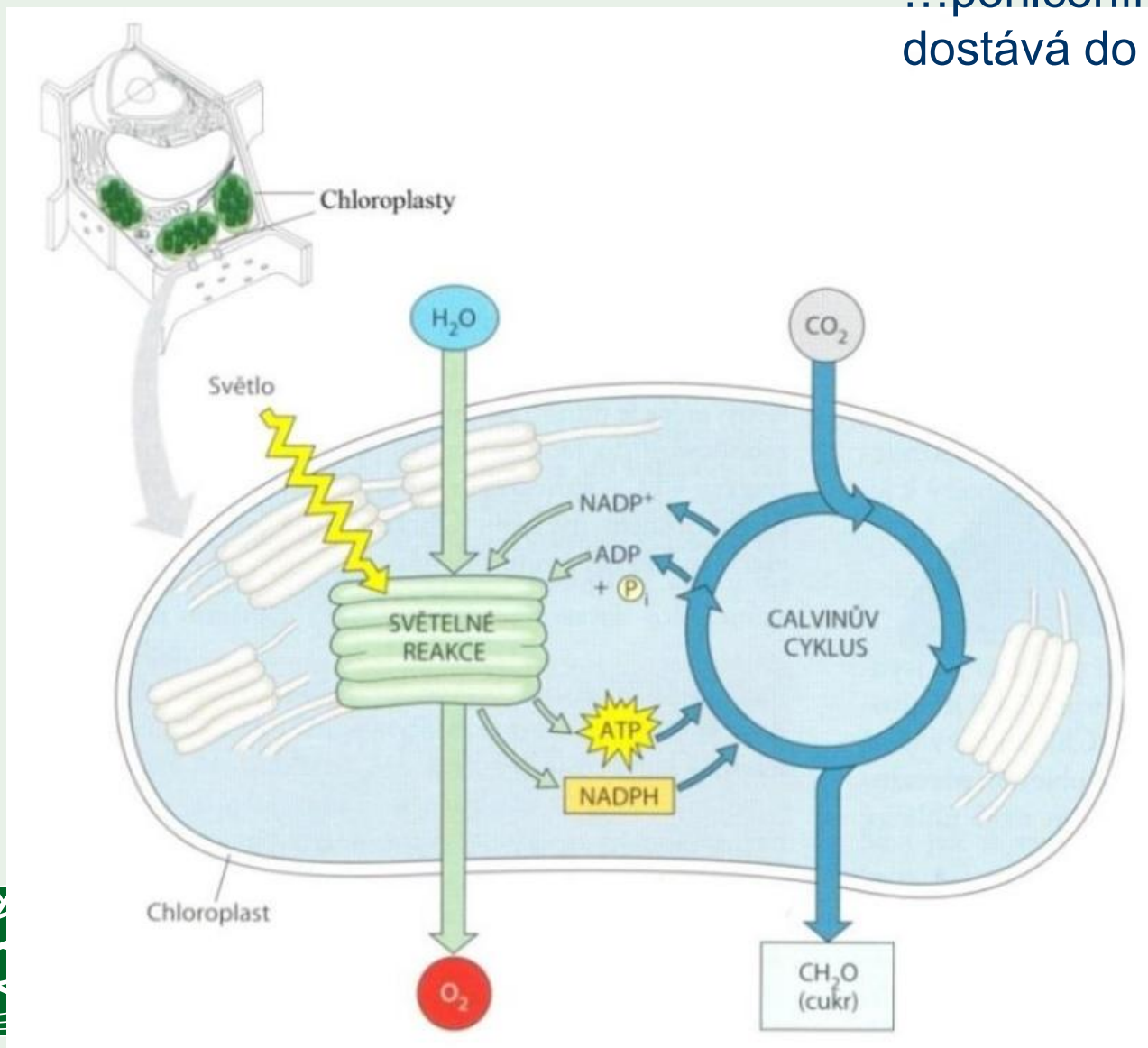


Model atomu, v němž záporné elektrony obíhají kolem kladně nabitého jádra..
Podle Bohrova modelu obíhají elektrony kolem jádra pouze po kvantovaných diskrétních dráhách, na nichž nevyzařují energii. Při přeskoku elektronu z vyšší na nižší dráhu se příslušný rozdíl energií vyzáří jako kvantum (foton) elektromagnetického záření.



Příklad - fotosyntéza

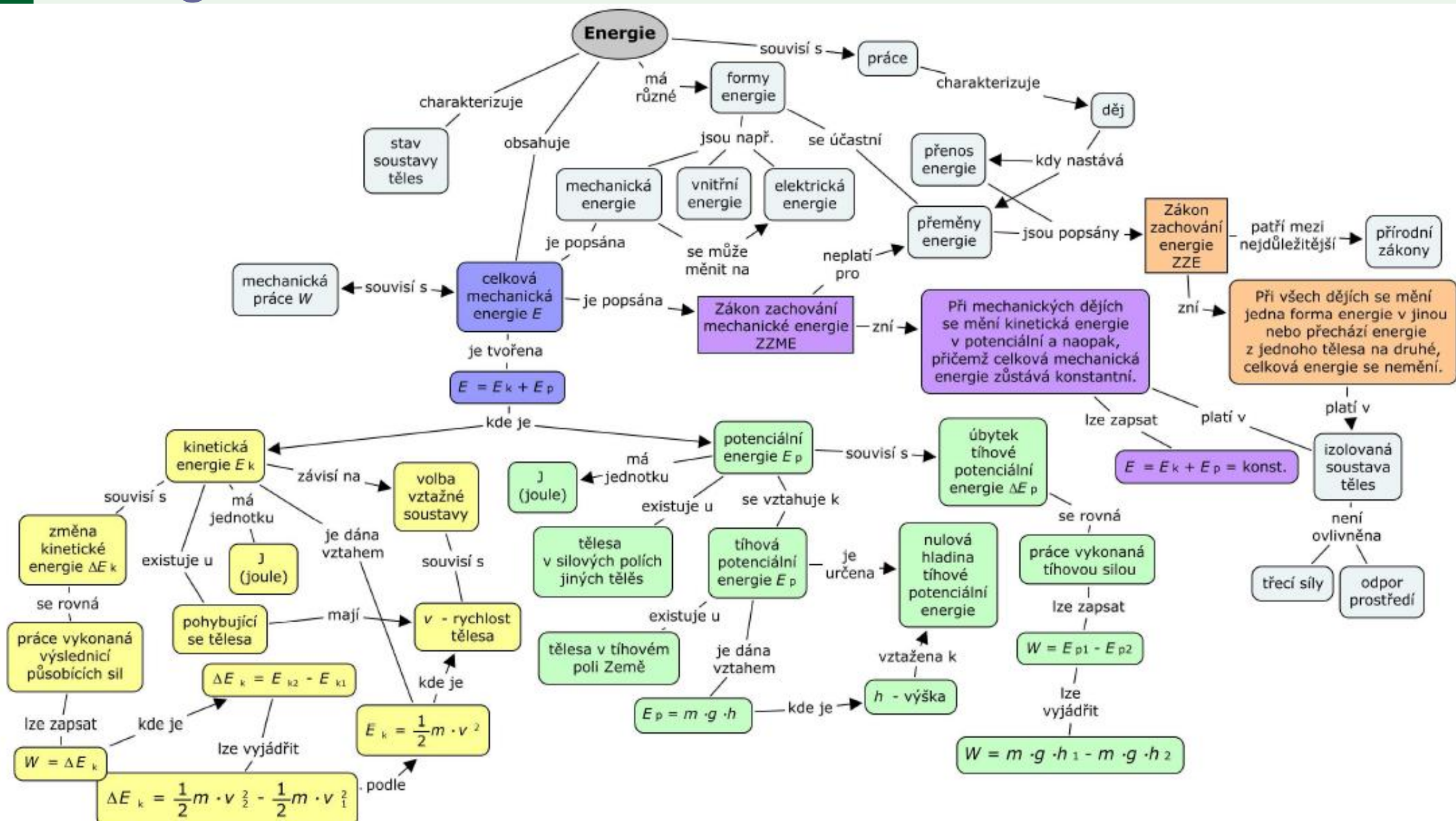
...pohlcením fotonu se molekula chlorofylu dostává do excitovaného stavu...



Obrázek 12. Struktura molekuly chlorofylu *a*.



Energie – a souvislosti



Druhy energie

Celková energie v izolované soustavě je dána součtem jednotlivých druhů energií. Mezi nejčastější druhy energie patří:

- Každá hmota v klidu obsahuje **klidovou energii** E_0 [J], která je definována Einsteinovou rovnicí: $E_0 = m_0 \cdot c^2$ Klidová energie E_0 je energie částice, která je v klidu (hmota sama je formou energie).

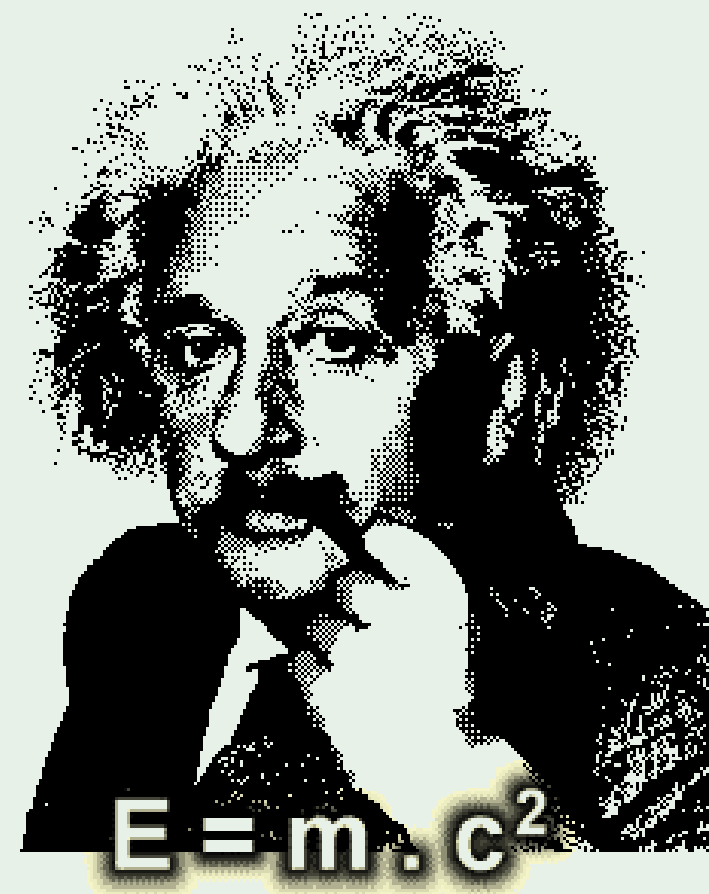
- **mechanická/fyzikální** (ve formě kinetické a potenciální energie; **mírou mechanické energie je mechanická práce**, kterou je třeba vykonat, aby těleso energii získalo)
- **tepelná** (část **vnitřní energie**, která je spojena se změnou teploty)
- **chemická** (uvolňuje nebo se absorbuje při chemických reakcích, při kterých dochází k přeskupování atomů; u paliv bývá chemická energie popsána výhřevností)
- **elektrická** (energie elektrostatického a magnetického pole, které vzniká v okolí pohybujících se nábojů) .
- **jaderná** (štěpení nebo slučování atomových jader)
- **zářivá** (energie EMG záření, které se uvolňuje ze zářícího tělesa při emisi kvant záření)



V roce 1905 formuloval fyzik Albert Einstein svou speciální teorii relativity. Svou teorií přivodil revoluci v dosavadním chápání fyziky.

Mimo jiné usoudil, že mezi hmotností a energií je určitá souvislost a hmotnost je pouze "zvláštní formou energie".

Ve vzájemných vztazích obou veličin pak platí známá rovnice $E = m \cdot c^2$, kde E je energie, m hmotnost a c rychlost světla $300\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. V 1 kg jakékoli látky je tedy ukryta energie: $1\text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{16}\text{ J} = \underline{\underline{25\text{ TWh}}}$ (25 milionů MWh).



Transformace energie

- Energie se může přenášet v rámci jednoho druhu např. při sdílení tepla, rázu dvou těles apod.
- Jednotlivé druhy energií se mohou za určitých podmínek vzájemně přeměňovat - **transformace energie**. S transformací energie souvisí pojmy **exergie** a **anergie**.
 - **Exergie** je ta část energie, která je schopna za daných podmínek (jsou zpravidla určeny stavem okolí) další transformace.
 - **Anergie** je ta část energie, která není schopna za daných podmínek transformace na jiný druh energie.

Exergie je transformovatelná část energie.

Anergie je netransformovatelná část energie (vnitřní energii okolí)

V izolovaném systému nedochází k energetickým ztrátám a zůstává v platnosti zákon zachování energie (součet exergie a anergie zůstává konstantní)



Diagram transforma ce energie

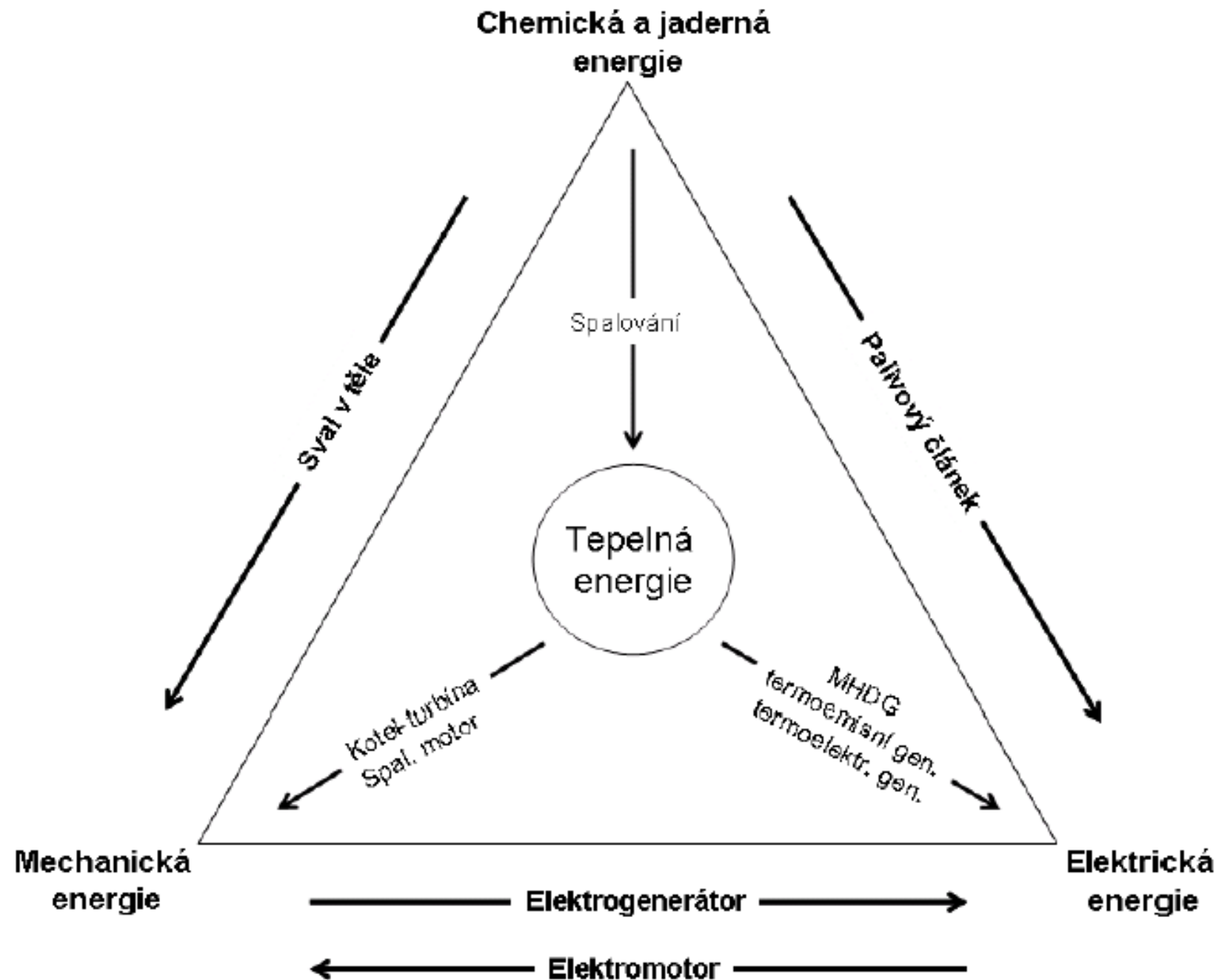
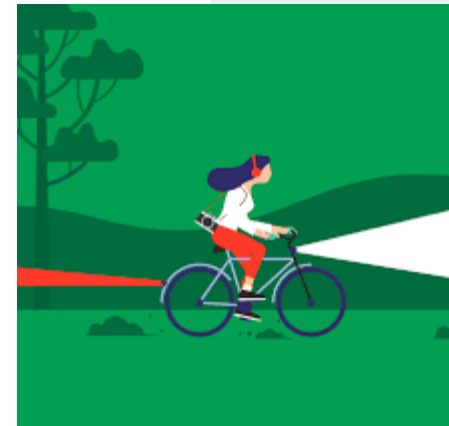
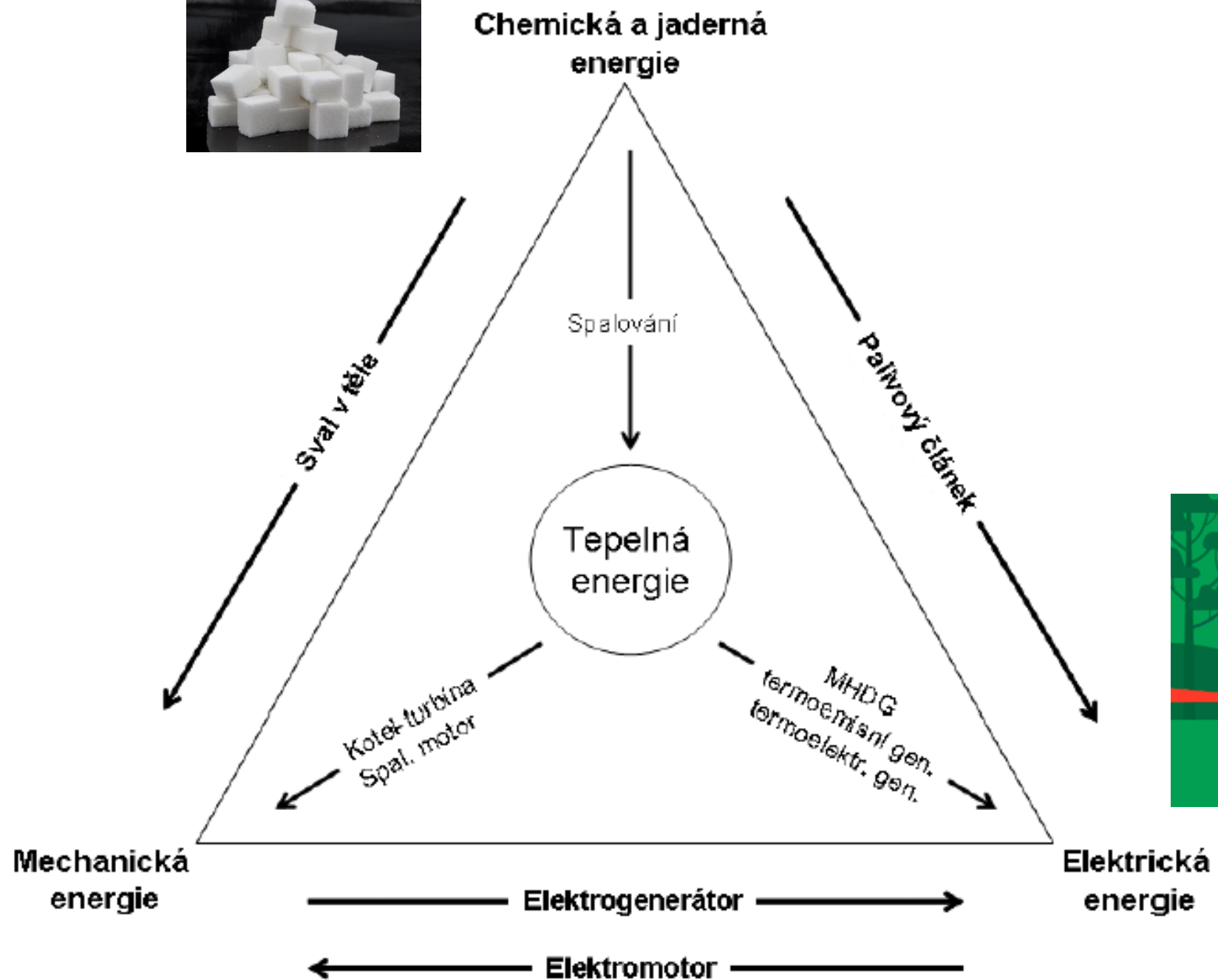


Diagrama transf ce ene



Termodynamika

- **Termodynamika** je část fyziky, která se zabývá tepelnými vlastnostmi a jejich přeměnami (dynamikou).
- První úvahy o teple a jeho přeměnách jsou spojené s **průmyslovou revolucí** v 18. a 19. století, kde se přeměna energie z tepelné na mechanickou stala hlavním hybatelem strojů.
- Tak byly položeny teoretické základy termodynamiky – **trojice termodynamických zákonů**.
- V chemii je termodynamika velmi důležitá pro popis energetického průběhu reakcí a tepelných změn při reakcích (termochemie - exotermické a endotermické), chemických rovnovah a skupenských přeměn.



Termodynamika

- Termodynamika jako **nauka o podmínkách vzájemných přeměn tepelné a mechanické energie**
- **Klasická termodynamika (jednoduché systémy** a jejich rovnovážné stavy - reálný svět jako **izolovaný systém**, v němž roste (termodynamická) entropie podle 2. věty termodynamické (R. Clausius, 1865; Boltzmann, 1877).
- Systém – motor, budova, buňka, ekosystém, planeta

Podle typu interakce s okolím rozlišujeme systémy:

- **Izolované** – neprobíhá výměna hmoty ani energie s okolím (termoska)
- **Uzavřené** – probíhá výměna energie, nikoliv hmoty (PET lahev); např. Země
- **Otevřené** – výměna hmoty i energie (hrnek s horkým čajem); např. ekosystém, buňka



Země je z fyzikálního hlediska uzavřený a konečný systém



Termodynamika (klasická)

Klasická termodynamika, která se zabývá jednoduchými systémy a jejich rovnovážnými stavy, dříve popisovala reálný svět jako izolovaný systém, v němž roste entropie (neuspořádanost) podle druhé věty termodynamické (Clausius, 1865; Boltzmann, 1877).

Entropie – míra neurčitosti (neuspořádanosti) systému. **Spontánní procesy** v uzavřených soustavách vždy odpovídají nárůstu entropie.

To bylo v rozporu s biologickým pohledem Darwina, který viděl v evoluci proces vedoucí ke složitějším a strukturovanějším organismům a složitějším biologickým systémům



(klasická)

zabývala jednoduchými systémy a jejich
realita realny svět jako izolovaný systém, v
(most) podle druhé věty termodynamické
).

Entropie – míra neurčitosti (neuspořádanost)
v uzavřených soustavách vždy roste

To bylo v rozporu s biologickým procesem
vedoucí ke složitějším a stabilnějším
biologickým systémům



Termodynamika (nerovnovážná)

Rozpor vyřešen –

Koncepce nerovnovážné termodynamiky – předpoklad existence tzv. **disipativních otevřených systémů** (čerpají z okolí hmotu a energii a exportují/disipují entropii, takže jejich vnitřní uspořádanost roste – samoorganizace (Schrodinger, 1944; Ija Prigogin, 1977)

V otevřeném (tedy neizolovaném, tj. otevřeném i uzavřeném) systému nemusí vždy nutně růst entropie (míra neuspořádanosti) S s časem, t , jako to platí pro izolované systémy směřující k termodynamické rovnováze. Entropie může s časem klesat; roste uspořádanost a metabolickými pochody se udržuje ustalený stav (homeostáze).



Termodynamika (nerovnovážná)

Rozpor vyřešen –

Koncepce nerovnovážné termodynamiky **disipativních otevřených systémů** (často exportují/disipují entropii, takže jejich vnější organizace (Schrodinger, 1944; Ija

V otevřeném (tedy neizolovaném, tj. otevřeném) systému nemusí vždy nutně růst entropie (míra nespolečnosti) jako to platí pro izolované systémy směřující k termodynamické rovnováze. Entropie může s časem klesat; roste uspořádanost a metabolickými pochody se udržuje ustalený stav (homeostáze).

Jednoduchý disipativní systém – chladič

Složitý disipativní systém – živý organismus, ekosystém

- rozdíl mezi živým a mrtvým organismem: pokud „chvíli“ nefunguje metabolický systém (tedy distribuce energie), dochází k nárůstu entropie (tlení a rozkladu).

Zatímco potrava do nás vstupuje jako uspořádaná, v našem těle z ní získáme energii a předáme ji svoji entropii.



Termodynamické zákony

Termodynamické zákony jsou tvrzení, která byla vypořádována a panuje všeobecné přesvědčení, že jsou pravdivé.

Z těchto tří zákonů je možné odvodit celý aparát termodynamiky.



I. věta termodynamická

Různé definice:

Zákon zachování energie – energii nelze vyrobit ani zničit, můžeme ji pouze přeměňovat z jedné formy na jinou.

Celková energie, kterou uzavřený systém při libovolném procesu vymění s okolím závisí jen na jeho počátečním a koncovém stavu, a nikoliv na průběhu změny (**celková energie izolovaného systému je během všech procesů probíhajících v systému stálá**).

Při všech procesech zůstává **součet exergie a anergie konstantní**



II. věta termodynamická

- Určuje přirozený směr, kterým přírodní procesy probíhají.
- Na rozdíl od 1. věty – kvalitativní (jak děje probíhají)
- **Teplo nemůže samovolně přecházet ze studenějšího tělesa na teplejší** (chladnější těleso nemůže samovolně předávat teplo tělesu teplejšímu)
- Není možno přeměnit anergii na exergii
- **Entropie** - míra neurčitosti či neuspořádanosti systému (R. Clausius – termodynamická entropie – vysvětlení, proč jsou některé procesy spontánní a jiné ne)

Entropie je veličina udávající míru spontánnosti dějů. Samovolné snižování entropie je nereálné. Rozbité vejčko má větší obsah entropie než vejčko celé, a proto rozbité vejčko „nevyskočí“ ze země a nesloží se do neporušeného vejčka



(Mechanická) práce je energie

$W = F \cdot s$ (síla působící na těleso je rovnoběžná s posunutím)

$$W = m \cdot g \cdot s \text{ (kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m)} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \text{J}$$

1 Joule je definován jako práce, kterou koná síla 1 N působící po dráze 1 m ve směru pohybu.

Potenciální/polohové energie :

$$E = W = F \cdot h = m \cdot g \cdot h \Rightarrow 1 \text{ J} = 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m}$$

1 Joule je energie potřebná ke zvednutí 0,1kg tělesa do výšky 1 m (těleso má potenciální tíhovou energii 1 J)



(Mechanická) práce je energie

- Pohybuje-li se těleso působením síly, koná se **mechanická/fyzikální práce** (táhne se vozík, se zvedá nějaké těleso do výšky atp.)

- Fyzik Práci lze vypočítat také pomocí výkonu (P)

(druží

nepol

Průměrný výkon je podílem celkové práce W a doby t , za kterou byla práce vykonána, tzn. $P = W / t$,

$W =$

$W =$ tedy:

$W = P \cdot t$ (práce se rovná výkonu trvajícimu po čas t)

1 Jou

dráze

proto je také $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ (wattsekunda)

Práci lze vypočítat také pomocí výkonu: $W = P \cdot t$,
proto se $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ (wattsekunda)



Výkon

- V současné civilizaci se lidé, stroje, organizace ad. hodnotí nejen podle množství odvedené práce, ale také za jakou dobu je provedena (např.: pracovníci se hodnotí podle jejich výkonu)
- Výkon vyjadřuje jak rychle/intenzívně se určitá práce koná

Výkon P je podíl vykonané práce W a doby t , za kterou byla tato práce vykonána.

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Jednotkou je watt (W) – práce za jednotku času (J / s)



Výkon

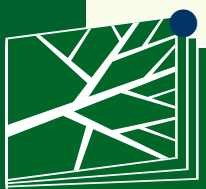


- **1 watt je výkon**, při němž se vykoná práce 1 J za dobu 1 s (1 W je malý výkon – např. ruční dobíječka se svítilnou 2 W)
- V praxi se setkáme s výkony vyjadřovanými v kilowatech (kW). Slabší auta mají motor s výkonem 40 až 50 kW, silná ve stovkách kW (Octavia RS 245 má výkon 180 kW). Výkony elektráren jsou v megawatech (Temelin – 2×1050 MW).



Například při určování výkonu motoru auta, ale i jinde se můžete setkat se starší jednotkou nazývanou koňská síla HP (horse power; kůň - k). $1 \text{ HP} = 0,746 \text{ kW} \approx \frac{3}{4} \text{ kW} = 750 \text{ W}$

Golf 5, 66KW = 66000 W = 88HP



Výkon

- **1 watt je výkon**, při němž se vykoná malý výkon - zdvihneme-li kilogram

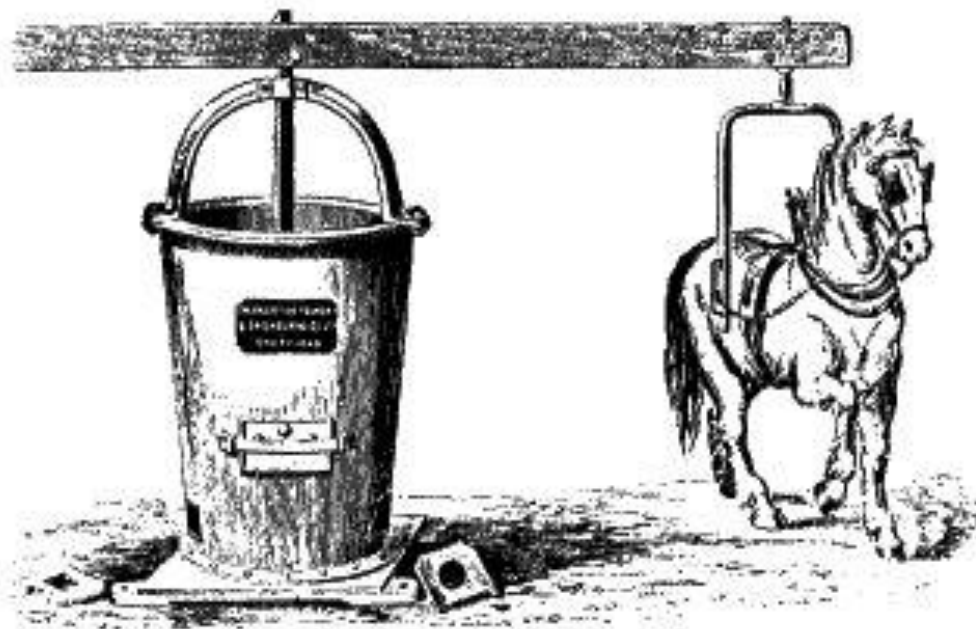
prac

vyjac

až 5

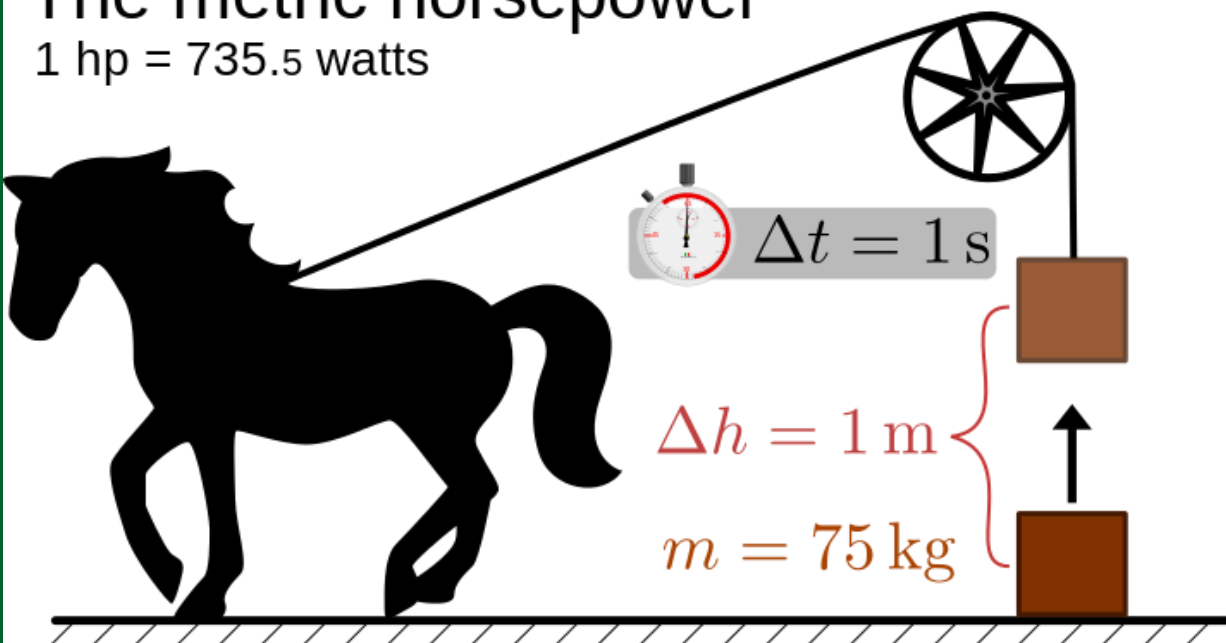
0 kW

00 M



The metric horsepower

1 hp = 735.5 watts



setkat se starší jednotkou nazýva
kůň - k). 1 HP = 0,746 kW $\approx \frac{3}{4}$ kW

$$W = F \cdot s = N \cdot m = m \cdot g \cdot s \text{ (kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m)} = \text{J}$$

$$P = W / t$$

$$W = 75 \cdot 9,8 \cdot 1 / 1 \text{ (s)} = 750 \text{ W}$$



Příkon

- U řady elektrických spotřebičů se lze setkat s pojmem podobným výkonu – tj. **příkonem**.
- Touto veličinou vyjadřujeme, že dodáváme spotřebiči určitou energii E za čas t . Pomocí těchto veličin definujeme příkon.

Podíl dodané energie dE a doby, po kterou energii dodáváme dt nazýváme příkon P_o

$$P_o = \frac{dE}{dt}$$

- Jednotkou příkonu bude zase watt.
- Spotřebiče: vysavač (900 W ! – kritika (Evropa nic neušetří , pozor na „sací výkon“), varná konvice (1000-2000W), žárovka (100W)

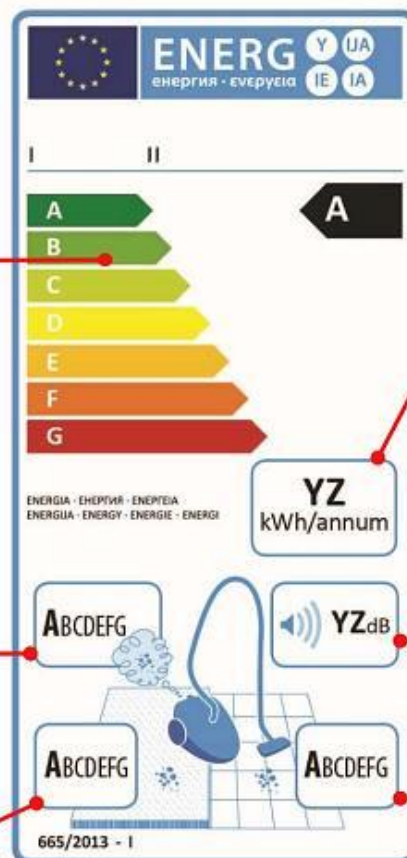


Co říká energetický štítek (vysavače)

ENERGETICKÁ ÚČINNOST
Kombinace spotřeby a
účinnosti vysávání prachu.

FILTRACE
Množství zpět vypouštěného
prachu je indikátorem čistoty
vyfukovaného vzduchu
(A ≤ 0,02 % vypouštěného prachu)

Kobercec
ÚČINNOST VYSÁVÁNÍ (DPU)
Množství prachu vysátého po pěti
tazích tam a zpět měřené na
standardizovaném koberci.
Třída C = výborná účinnost vysávání (83 % až 86 %).



ROČNÍ SPOTŘEBA ENERGIE
Uvádí se v kWh
(kilowatthodinách) za rok

TICHÝ CHOD
Snížení hodnoty o 3 decibely
sníží úroveň hluku o polovinu.
64 dB je velmi tichý vysavač.

Tvrdá podlaha
ÚČINNOST VYSÁVÁNÍ (DPU)
Množství prachu vysátého po pěti
tazích tam a zpět měřené na
dřevěné podlaze s drážkami.
Nejlepší spotřebiče dosahují třídy A



Účinnost

- Máme-li reálný spotřebič, např. elektromotor, s příkonem 1 kW, pak se těžko veškerá dodaná energie spotřebuje na tzv. užitečný výkon P (výkon využitý pro požadovanou činnost). Bude to záviset na konstrukci elektromotoru, na kvalitě jeho provedení a řadě jiných parametrů.
- To, **jak velká část příkonu se využije ve formě užitečného výkonu**, nám udává veličina nazývaná **účinnost η** (éta).

Účinnost η je podíl výkonu P a příkonu P_o

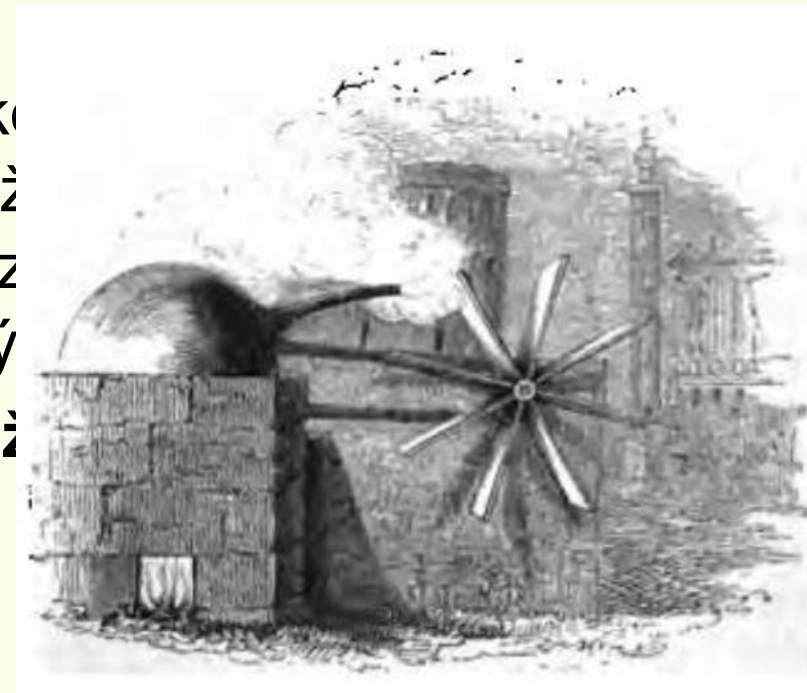
$$\eta = \frac{P}{P_o}$$

- **Účinnost je vždy menší než 1.** Je to bezrozměrná veličina, násobíme-li ji x 100, dostaneme účinnost v procentech.
- Např. elektromotor: Účinnost η je poměr mezi mechanickým výkonem na hřídeli a elektrickým příkonem na svorkách statorového vinutí. Větší účinnost znamená, že motor přeměňuje elektrický příkon na mechanický výkon s menšími ztrátami.



Účinnost

- Máme-li reálný spotřebič, např. elektromotor, s příko těžko veškerá dodaná energie spotřebuje na tzv. už (výkon využitý pro požadovanou činnost). Bude to z elektromotoru, na kvalitě jeho provedení a řadě jiný
- To, jak velká část příkonu se využije ve formě už



Účinnost

- elektromotoru – až 90 %
- spalovací motor (benzín i diesel) – 20-50%
- parní turbína (v elektr.) – až 35 %
- parní stroje – 5-15 % (kotel má tepelnou účinnost okolo 50 %, výsledná účinnost se liší podle typu stroje a kotle)

po

P_o

ná veličina, násobíme-li

chanickým výkonem na

hřídeli a elektrickým příkonem na svorkách statorového vinutí. Větší účinnost znamená, že motor přeměňuje elektrický příkon na mechanický výkon s menšími ztrátami.



Kolik pater ... ? (tipy 15-100)

170 kcal (710 kJ)



- Určete svůj výkon: student o hmotnosti 60 kg, vyběhl za 7 s schody z přízemí do patra (výška patra = 3 m).
- Tedy: $m = 60 \text{ kg}$; $t = 7 \text{ sek}$ $s = 3 \text{ m}$; $W = ?$ $P = ?$

$$P = W/t$$

$$P = 1800 / ?$$

$$P = 1800/7 = 257 \text{ W}$$

$$W = F_g \cdot s$$

$$W = 60 \cdot 10 \cdot 3$$

$$W = 1800 \text{ J} \\ (1,8 \text{ kJ})$$

čokoláda

$$700 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} = \\ 388 \text{ pater}$$

mrkev

$$60 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} \\ = 33 \text{ pater}$$





Kolik pater ... ?



$700 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} = 388 \text{ pater}$ to přece není možné ?! 45 minut ?

Malá vysvětlivka:

- z dodané energie 700 KJ (167 Kcal) by tuto práci (tj. vystoupat 388 x FHS) zvládl robot s elektromotorem, který bude el. energii velmi efektivně přeměňovat na en. pohybovou
- člověk je velmi neefektivní „zařízení“ – svaly přeměňují chemickou energii živin na pohyb jen s asi 25% účinností (zbytek se z hlediska práce neefektivně rozptýlí do prostředí v podobě energie tepelné)
- výsledek tedy nutno korigovat – pokud se 75 % energie vynaloží neefektivně, na pohyb zbyde jen cca 175 KJ (42 Kcal) a těch pater bude nutno vyjít jen cca 97
- další korekce bude, pokud vezmeme do úvahy bazální metabolismus (množství energie pro udržení všech vitálních funkcí). Jeho velikost je 60-75 % celkové spotřeby. Pak by na beh do pater zbývalo jen cca 12 Kcal (na cca 7 pater)



Spotřeba energie – schody

O tom, že lidský (fyziologický) metabolismus je složitý a na náš pohyb nejde jen jednoduše aplikovat fyzikální vzorce svědčí další – a různé – hodnoty spotřeby energie při chůzi do schodů....

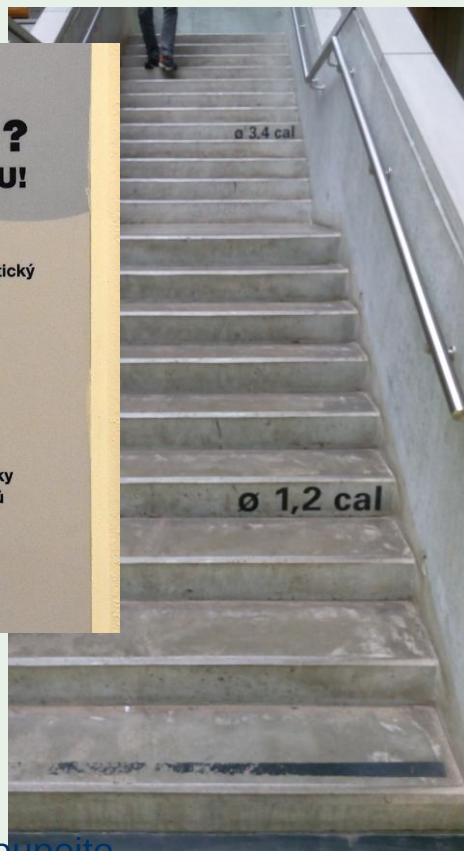
**CHCETE JET VÝTAHEM?
SPALUJTE KALORIE, NE ELEKTŘINU!**

Zvažte, zda nepůjdete raději pěšky - zvýšíte tím svůj denní energetický výdej a uděláte něco pro své zdraví.
Zajímá Vás, kolik kalorií jste při chůzi po schodech spálili?

- 20 kJ výstupem do 1. patra
- 31 kJ výstupem do 2. patra
- 42 kJ výstupem do 3. patra
- 53 kJ výstupem do 4. patra
- 64 kJ výstupem do 5. patra

Po jednom vyjití schodů sice nezhubnete, ale když budete pěšky do patra chodit každý den, výsledný počet spálených kilojoulů rozhodně nebude zanedbatelný.

- 1 kilokalorie (kcal) = 4,185 kilojoulů (kJ)



Naše (FHS) hodnoty:

1,8 KJ = 1 patro

1 patro = 35 schodů

1 schod – 0,051 KJ
(50 J, cca 12 cal)

Leták v budově krajského úřadu

Zdroj:
<https://www.denik.cz/zdravi/vystoupejte-ke-zdravi-po-schodech-vybizeji-hygienici-20180124.html>

Schodiště TK v Dejvicích



Kolik pater ... ? (tipy 15 – 100)



- Určete svůj výkon: student o hmotnosti 60 kg, vyběhl za 7 s schody z přízemí do patra (výška patra = 3 m).
- Tedy: $m = 60 \text{ kg}$; $t = 7 \text{ sek}$ $s = 3 \text{ m}$; $W = ?$ $P = ?$

$$P = W/t$$

$$P = 1800 / ?$$

$$P = 1800/7 = 257 \text{ W}$$

$$W = F_g \cdot s$$

$$W = 60 \cdot 10 \cdot 3$$

$$W = 1800 \text{ J} \\ (1,8 \text{ kJ})$$

čokoláda

$$700 \text{ kJ} / 1,8 \text{ kJ} = \\ 388 \text{ pater}$$



Upeče olympijský cyklista toast ? (700 W po xxx sek)



Olympic Cyclist Vs. Toaster: Can He Power It?

8 899 124 zhlédnutí

68 TIS.

3,4 TIS.

SDÍLET

+

...



The Toaster Challenge

Publikováno 3. 6. 2015

ODEBÍRAT 8,7 TIS.

World famous track cyclist Robert Förstemann battles a 700w toaster. Can he, with his 74cm legs, generate enough energy to create a golden-brown toast? Please like, share and comment!

ZOBRAZIT VÍCE

<https://www.youtube.com/watch?v=S4O5voOCqAQ>

nebo

https://www.youtube.com/watch?v=C93cL_zDVIM



Fyzikální jednotky v energetice



Kalorie (značka cal) je jednotka energie.

Dnes většinou nahrazená joulem.

Energetická hodnota potravin => kcal (kilokalorie).

Mnoho definic (současná): Kalorie je množství energie, které dokáže zvýšit teplotu 1 gramu vody ze 14,5 °C na 15,5 °C. Jelikož měrná tepelná kapacita vody je asi $4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, platí tedy, že $1 \text{ cal} \approx 4,185 \text{ J}$.

Přesná teplota v definici: Měrná tepelná kapacita je mírně závislá na teplotě, takže bez udání počáteční teploty by jednotka nebyla přesně určena.



Hlavní jednotky – energie (práce), výkon

Energie (práce, teplo)

- Joule (J),
- kalorie (cal),
- watthodina (Wh),
- Britská tepelná jednotka (BTU, Btu) tradiční jednotka energie v angloamerické měrné soustavě. 1 BTU odpovídá 1055 J.
- tuna ropného ekvivalentu (toe). IEA z historických důvodů přepočítává veškerou energii na milion tun ropy (tj. na milion tun ropného ekvivalentu). 1 tuna ropného ekvivalentu obsahuje 41,9 GJ energie.

Výkon

Wat (W),
kúň (ks; HP);

Převodová kalkulačka:

<https://www.jednotky.cz/prace-energie>

