



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Tepelné motory

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje  
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

# Zadání:

1. Z jakých tepelných dějů by se měl skládat nejúčinnější tepelný stroj dle autora knihy *Úvahy o pohybové síle ohně (1824)*? Uvedte jméno a národnost tohoto vědce.
2. Jaký je základní princip tepelných motorů?
3. Porovnejte a uveďte orientační hodnoty účinnosti parního stroje, spalovacího a raketového motoru.
4. Jaká by musela být teplota chladiče, aby tepelný motor dosáhl 100%?
5. Které století je nazýváno *stoletím páry*? Z jakého důvodu?
6. Uveďte rozdíly mezi Dieslovým motorem a čtyřdobým zážehovým motorem?
7. Co znamená číslo u názvu pohonných hmot, např. Natural **95**? Vysvětlete.
8. Proč se běžně nepoužívá do automobilu tzv. Wankelův motor, který má vyšší účinnost než běžné vznětové a zážehové motory? Které automobilky tento typ motoru používají?
9. Vypočítejte cenu za jeden litr ropy z aktuální ceny této komodity na burze.
10. Jaký je rozdíl mezi proudovým a raketovým motorem?
11. Sestrojte graf závislosti účinnosti ideálního tepelného stroje na teplotě ohříváče, pro teploty 100°C, 200°C, 300°C, ...800°C, jestliže má chladič konstantní teplotu 35°C.
12. Teplota chladiče tepelného stroje je 27 °C, teplota ohříváče 480 °C. Jak je třeba změnit teplotu chladiče, aby účinnost tepelného stroje při konstantní teplotě ohříváče vzrostla o 15%?

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje  
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

# Řešení:

1. Z jakých tepelných dějů by se měl skládat nejúčinnější tepelný stroj dle autora knihy *Úvahy o pohybové síle ohně (1824)*? Uveďte jméno a národnost tohoto vědce.

Ze dvou izotermických a dvou adiabatických dějů.

Francouz Nicolas Léonard Sadi Carnot.<sup>1</sup>



2. Jaký je základní princip tepelných motorů?

Mění teplo na práci. Fungují na principu 1. termodynamického zákona.

3. Porovnejte a uveďte orientační hodnoty účinnosti parního stroje, spalovacího a raketového motoru.

Parní stroj            12%

Spalovací motor    30%

Raketový motor    50%

Nejnižší účinnost má parní stroj, nejvyšší raketový motor.

4. Jaká by musela být hodnota chladiče, aby tepelný motor dosáhl 100%?

Absolutní nula, tj. 0 K (této teploty nebylo dosaženo)

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

účinnost má mít hodnotu 1, z čehož vyplývá, že existuje pouze

jediné řešení  $T_2 = 0 \text{ K}$

---

<sup>1</sup> [cit. 2012-12-10]. Dostupný pod licencí Creative Commons na WWW:  
<[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Lazare\\_carnot.jpg?uselang=cs](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Lazare_carnot.jpg?uselang=cs)>

5. Které století je nazýváno *stoletím páry*? Z jakého důvodu?

19. století – největším zdrojem energie byl parní stroj

6. Uvedte rozdíly mezi Dieslovým motorem a čtyřdobým zážehovým motorem?

**Dieslův motor**

sání: čistý atmosférický vzduch

expanze: vstříknutí nafty do horkého vzduchu

**Čtyřdobý zážehový motor**

sání: pohonná směs

expanze: mezi kontakty svíčky přeskočí jiskra

7. Co znamená číslo u názvu pohonných hmot, např. Natural 95? Vysvětlete.

Jedná se o oktanové číslo vyjadřující odolnost motoru před samovolnými detonacemi, které se projevují „klepáním“ motoru. Dříve se používali sloučeniny olova (toxické), které jsou dnes zakázány, proto hovoříme o bezolovnatém benzínu.<sup>2</sup>

8. Proč se běžně nepoužívá do automobilu tzv. Wankelův motor, který má vyšší účinnost než běžné vznětové a zážehové motory? Které automobilky tento typ motoru používají?

Rychlé opotřebení těsnicích lišt rotoru, které způsobuje pronikání plynů mezi lištami pístu a skříní motoru; vyšší spotřeba paliva a oleje; malý kompresní poměr.

Automobilky: Mazda, Lada, Citroen, NSU.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Příspěvatelé Wikipedie, *Oktanové číslo* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2012, Datum poslední revize 27. 02. 2012, 16:41 UTC, [citováno 10. 12. 2012] [http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Oktanov%C3%A9\\_%C4%8D%C3%ADslo&oldid=8197891](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Oktanov%C3%A9_%C4%8D%C3%ADslo&oldid=8197891)

<sup>3</sup> Příspěvatelé Wikipedie, *Wankelův motor* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2012, Datum poslední revize 17. 07. 2012, 03:33 UTC, [citováno 10. 12. 2012] <[http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Wankel%C5%AFv\\_motor&oldid=8790233](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Wankel%C5%AFv_motor&oldid=8790233)>

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

9. Vypočítejte cenu za jeden litr ropy z aktuální ceny této komodity na burze.<sup>4</sup>

1 barel = 159 l = 107,27 USD = 2 108 Kč

$$\frac{2108}{159} = \underline{\underline{13,3 \text{ Kč}}}$$

10. Jaký je rozdíl mezi proudovým a raketovým motorem?

Proudový motor je závislý na atmosférickém vzduchu, raketový motor může pracovat i mimo atmosféru.

---

<sup>4</sup> Aktuální cenu za barel ropy můžeme nalézt např. ALIWEB, SPOL.S.R.O. KurzyCZ: Ropa Brent - aktuální a historické ceny ropy Brent. KurzyCZ [online]. 2000-2012. [cit. 2012-12-10]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/komodity/index.asp?A=5&idk=38&od=9.12.2011&do=12%2F07%2F2012&curr=USD>

Aktuální měnový kurz např. Kurzy měn. Penize.cz [online]. Partners media, s.r.o., 2000-2012 [cit. 2012-12-10]. Dostupné z: <http://www.penze.cz/kurzy-men#bestRate>

---

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje  
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

11. Sestrojte graf závislosti účinnosti ideálního tepelného stroje na teplotě ohřívače, pro teploty 100°C, 200°C, 300°C, ...800°C, jestliže má chladič konstantní teplotu 35°C.

$$T_2 = 35^\circ\text{C} = 308\text{K}$$

$$T_1 = 100^\circ\text{C} = 373\text{K}; T_1 = 200^\circ\text{C} = 473\text{K}; T_1 = 300^\circ\text{C} = 573\text{K}; T_1 = 400^\circ\text{C} = 673\text{K};$$

$$T_1 = 500^\circ\text{C} = 773\text{K}; T_1 = 600^\circ\text{C} = 873\text{K}; T_1 = 700^\circ\text{C} = 973\text{K}; T_1 = 800^\circ\text{C} = 1073\text{K};$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{373} = 17,4\%$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{473} = 34,9\%$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{573} = 46,2\%$$

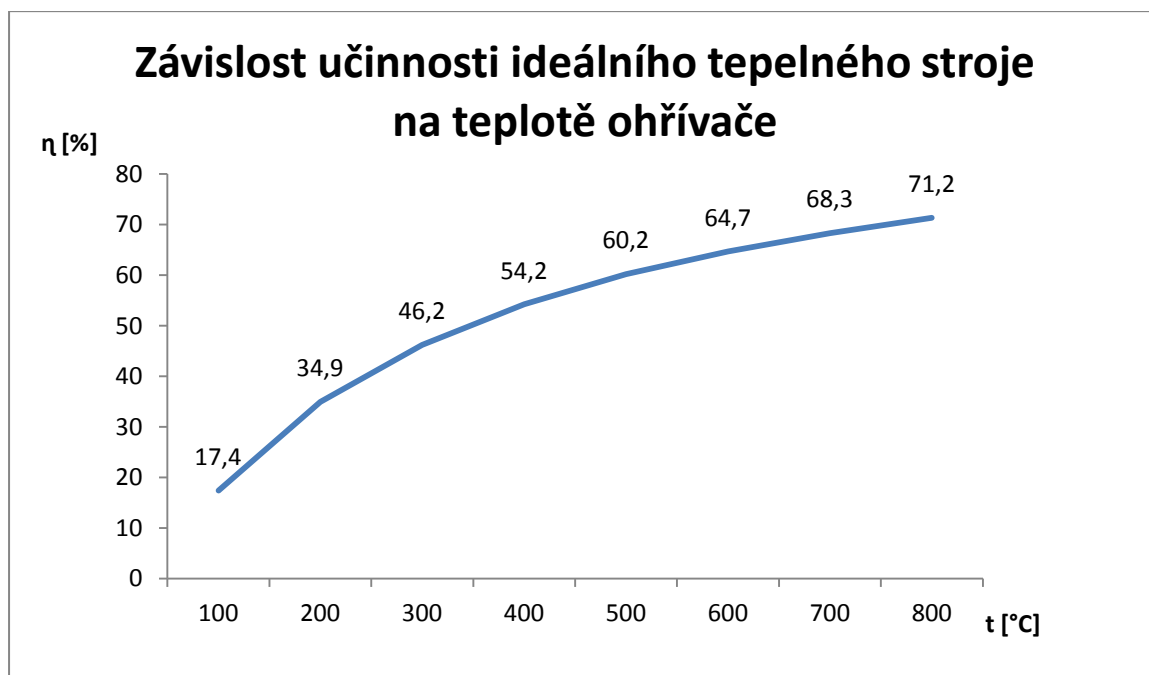
$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{673} = 54,2\%$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{773} = 60,2\%$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{873} = 64,1\%$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{973} = 68,3\%$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{308}{1073} = 71,2\%$$



Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Lucie Havrdová

Materiál je dostupný ze školního portálu <http://dum.voss-na.cz>, který provozuje  
Vyšší odborná škola stavební a Střední průmyslová škola stavební arch. Jana Letzela, Náchod

12. Teplota chladiče tepelného stroje je 27 °C, teplota ohřivače 480 °C. Jak je třeba změnit teplotu chladiče, aby účinnost tepelného stroje při konstantní teplotě ohřivače vzrostla o 15%?

$$T_2(A) = 27^{\circ}\text{C} = 300\text{K}$$

$$T_1(B) = 480^{\circ}\text{C} = 753\text{K}$$

$$T_1(A) = 480^{\circ}\text{C} = 753\text{K}$$

$$T_2(B) = ?$$

$$\eta_2 = 1,15\eta_1$$

$$\eta_1 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{T_1(A) - T_2(A)}{T_1(A)} = \frac{753 - 300}{753} = \underline{60,16\%}$$

$$\eta_2 = \eta_1 + 0,15 = 0,7516$$

$$\eta_2 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{T_1(B) - T_2(B)}{T_1(B)}$$

$$\eta_2 \cdot T_1(B) = T_1(B) - T_2(B)$$

$$\eta_2 \cdot T_1(B) - T_1(B) = -T_2(B)$$

$$T_2(B) = T_1(B) - \eta_2 \cdot T_1(B) = 187\text{K} = \underline{\underline{-86^{\circ}\text{C}}}$$

Teplota chladiče se musí snížit na -86 °C.