

3.1.6 Účinnost

Předpoklady: 030103

Pomůcky:

Př. 1: Jirka dal z 8 pokusů 5 košů, Pavel z 21 pokusů 13. Kdo z nich je lepší střelec? Najdi postup, jak spočítat číslo, které umožňuje o jejich kvalitách snadno rozhodnout.

Spočteme pro každého z nich poměr: $\frac{\text{počet košů}}{\text{počet pokusů}}$. Komu vyjde nejvyšší číslo, je nejlepší střelec.

$$\text{Jirka } \frac{5}{8} = 0,625 \qquad \text{Pavel: } \frac{13}{21} = 0,619$$

Lepší střelec je Jirka

Číslo $\frac{\text{počet košů}}{\text{počet pokusů}}$ vypočtené v předchozím příkladu bychom mohli nazvat účinností střelby.

Podobně jako při házení na koš, kde můžeme poměrem $\frac{\text{úspěšné hody (zisk)}}{\text{počet pokusů (investice)}}$ rozlišovat mezi účinnostmi různých házejících, můžeme ve fyzice použít podobný poměr $\frac{\text{vykonaná práce (zisk)}}{\text{vložená energie (investice)}}$ rozlišovat účinnost různých strojů.

Účinnost je bezrozměrná veličina (veličina bez jednotky), která se značí pomocí řeckého písmene η (éta). Vzorec pro její výpočet znamená vždy to samé, ale zapisuje se mnoho

různými způsoby: $\eta = \frac{W_{\text{vykonaná}}}{E_{\text{dodaná}}} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{P}{P_{\text{dodaný}}} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\text{výkon}}{\text{příkon}}$.

Př. 2: Klasická žárovka přemění 60 W příkonu odebraného z elektrické sítě na 55 W tepla a 5 W světla. Jaká je její účinnost? Jaká je účinnost úsporné zářivky, jestliže náhradou 60 W žárovky je podle výrobce úsporná zářivka o příkonu 12 W? Jaká je účinnost LED žárovky, jestliže náhradou žárovky 60 W je podle výrobce LED zářivka o příkonu 7W?

Klasická žárovka: $\frac{5}{60} = 0,08 = 8\%$.

Úsporná zářivka: $\frac{5}{12} = 0,42 = 42\%$.

LED žárovka: $\frac{5}{7} = 0,71 = 71\%$

Pedagogická poznámka: Někteří žáci mají velký problém najít ta správná čísla do zlomků. Bohužel však nezbyvá zřejmě nic jiné než opakovat, že účinnost je poměr užitečného výstupu a vložené energie a užitečným výstupem je světlo.

Př. 3: Mikrovlnná trouba má uveden příkon 1500 W. Jaký je její výkon, jestliže při zahřívání vody dosahuje účinnosti 40 %?

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad / \cdot P_1$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,40 \cdot 1500 \text{ W} = 600 \text{ W}$$

Výkon mikrovlnné trouby je 600 W.

Př. 4: Účinnost jaderné elektrárny je přibližně 34 %. Jaký musí být tepelný výkon reaktoru, aby elektrický výkon elektrárny byl 1000 MW?

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad / \cdot P_1$$

$$\eta \cdot P_1 = P_2 \quad / : \eta$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{1000}{0,34} \text{ MW} = 2941 \text{ MW}$$

Tepelný výkon reaktoru v jaderné elektrárně musí být 2941 MW.

Př. 5: Týdenní nákup je třeba vynést do čtvrtého patra (dům nemá výtah). Je účinnější ho vynést najednou nebo nadvakrát?

Určité je účinnější nákup vynést najednou. Kromě nákupu totiž musíme vynést i své tělo, které je podstatně těžší než nákup a muselo by se v druhém případě vynášet dvakrát.

Př. 6: Čerpadlo má příkon 900 W a účinnost 20 %. Kolik vody stihne vyčerpat za minutu ze studny hluboké 6 m? Za jak dlouho načerpá 40 cm vody do nafukovacího bazénku o průměru 1,8 m?

$$\text{Výkon čerpadla: } \eta = \frac{P_2}{P_1} \quad / \cdot P_1$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = 0,20 \cdot 900 \text{ W} = 180 \text{ W}$$

Práce čerpadla: $P \cdot t = W = F \cdot s = F_g \cdot s = mgs$

$$P \cdot t = mgs \quad / : gs$$

$$m = \frac{Pt}{gs} = \frac{180 \cdot 60}{10 \cdot 6} \text{ kg} = 180 \text{ kg} \text{ vody, což je 180 litrů vody.}$$

Objem vody v bazénku: $V = \pi r^2 \cdot v = \pi \cdot 0,9^2 \cdot 0,4 \text{ m}^3 = 1,02 \text{ m}^3$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1,02 \text{ kg} = 1020 \text{ kg}$$

$$P \cdot t = mgs \quad / : P$$

$$t = \frac{mgs}{P} = \frac{1020 \cdot 10 \cdot 6}{180} \text{ s} = 340 \text{ s} = 5 \text{ min } 40 \text{ s}$$

Př. 7: U motorů se často řeší problém s chlazením. Je třeba chladit více motory s velkou nebo malou účinností? S velkým nebo malým příkonem?

Chlazením odvádíme teplo, o které nestojíme (ztráty energie) \Rightarrow nejvíce se musí chladit motory s velkým příkonem a malou účinností (odebírají hodně energie a ještě ji z velké části nevyužijí (přemění na odpadní teplo).

Pedagogická poznámka: Následující příklad ve škole zahajujeme, žáci si ho dodělávají doma. Většina pracuje hledá na internetu pomocí vlastních zařízení, zbytek si může půjčit školní tablet.

Shrneme si činnost klasické žárovky:

- Spotřebovává elektrickou energii.
- Vyrábí světlo.
- Účinnost okolo 8 %.
- Ztráty: teplo, kterým zahřívá okolí.

Př. 8: Podobně jako u klasické žárovky u každého z uvedených zařízení uveď, kterou energii spotřebovává (druh ne množství), kterou práci vyrábí (druh), jaká je jeho typická účinnost a kam se část spotřebované energie ztrácí.

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| a) motor auta | b) čerpadlo domácí vodárny | c) solární článek kalkulačky |
| d) motor elektrické vrtačky | e) krbová kamna v bytě | |
| f) parní stroj u parní lokomotivy | g) varná konvice | |
| h) parní turbína v elektrárně | i) sluneční kolektor na ohřev vody | |

Odpovědi hledej na internetu, úkol řeš v trojčlenné skupině (trojice sedící v jedné lavici). Odpovědi na otázky kromě sešitu zapište za celou skupinu do dokumentu (včetně odkazů na zdroj) a odešlete do začátku příští hodiny na mailovou adresu mkrynicky@gymtrebon.cz.

a) motor auta

Spotřebovává chemickou energii paliva (benzín, nafta).

Vyrábí pohybovou energii auta.

Účinnost od 20 % do 35 % (dnešní motory).

Ztráty: zahřívání motoru a okolí, tření.

b) čerpadlo domácí vodárny

Spotřebovává elektrickou energii.

Vyrábí pohybovou a polohovou energii vody.

Účinnost do 90 %.

Ztráty: zahřívání motoru a okolí, tření, tření v kapalině.

c) solární článek kalkulačky

Spotřebovává sluneční energii.

Vyrábí elektrickou energii.

Účinnost od 15 % do 25 %.

Ztráty: zahřívání článku, odraz světla.

d) motor elektrické vrtačky

Spotřebovává elektrickou energii.

Vyrábí pohybovou energii vrtáku.

Účinnost 65 %.

Ztráty: zahřívání motoru a okolí, tření uvnitř vrtačky.

e) krbová kamna v bytě

Spotřebovávají chemickou energii dřeva.

Vyrábí teplo uvnitř bytu.

Účinnost od 10 % u otevřených krbů do 90 % u utěsněných krbových kamen s nízkou teplotou spalin.

Ztráty: teplo unikající do komína.

f) parní stroj u parní lokomotivy

Spotřebovává chemickou energii uhlí (nebo jiného paliva, kterým se topí v kotli).

Vyrábí pohybovou energii lokomotivy.

Účinnost od 5 % do 15 %.

Ztráty: teplo unikající do komína, teplo páry, která projde strojem, tření ve stroji.

g) varná konvice

Spotřebovává elektrickou energii.

Vyrábí teplo na ohřátí vody.

Účinnost od 85 % do 90 %.

Ztráty: teplo unikající do okolí, teplo spotřebované na zahřátí konvice.

h) parní turbína v elektrárně

Spotřebovává energii páry přivedené z kotle.

Vyrábí rotační energii hřídele.

Účinnost do 50 % u velkých turbín s výkonem 1 200 kW.

Ztráty: teplo páry, která opouští turbínu, zahřívání turbíny a okolí, tření.

i) sluneční kolektor na ohřev vody

Spotřebovává energii světla.

Vyrábí tepelnou energii vody.

Účinnost od 40 % do 60 %.

Ztráty: odražené světlo, zahřívání kolektoru.

Shrnutí: Účinnost určujeme jako poměr $\eta = \frac{W_{\text{vykonaná}}}{E_{\text{dodaná}}} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{P}{P_{\text{dodaný}}} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\text{výkon}}{\text{příkon}}$.