

# Hybnost, práce, energie

## úloha 1

- (a) Vysvětlete princip reaktivního pohonu. Uveďte příklady jeho použití  
(b) Bude se pohybovat plachetnice, když do její plachty bude foukat proud vzduchu ze silného ventilátoru umístěného na plachetnici? Co se stane, když plachtu svineme a ventilátor zůstane zapnutý? Vysvětlete.  
(c) Dodávka veze 100 kg kanárků. Musí přejít starý most, který unese jen 1500 kg. Hmotnost dodávky bez kanárků je 1490 kg. Může auto přejít most, pokud kanárci před vjezdem na něj všichni vzlétnou?

## úloha 2

Fotbalový míč o hmotnosti 400 g dopadl na hlavu hráče rychlostí 8 m·s<sup>-1</sup> ve svislém směru. Míč byl v kontaktu s hlavou 0,05 s a během této doby byl odražen zpět vzhůru. Jaká byla změna hybnosti míče? Jak velkou silou působil míč na hlavu? [ $\Delta p=6,4 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $F=128 \text{ N}$ ]

## úloha 3

Astronaut o hmotnosti 90 kg (i s vybavením) se při nehodě odpoutal od raketoplánu a vzdaluje se od něj rychlostí 1,2 m·s<sup>-1</sup>. Jakou rychlostí (určete velikost i směr) musí odhodit vrtačku o hmotnosti 9 kg, aby se zachránil a dostal se zpět k raketoplánu? Hledanou rychlost určete (a) v soustavě spojené s lodí i (b) v soustavě spojené astronautem.  
[(a)  $v > 12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , (b)  $v > 10,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , směrem od lodí]

## úloha 4

Plyny vystupují z trysky reaktivního motoru vesmírné sondy rychlostí 3200 m·s<sup>-1</sup>. Hmotnost sondy je 1,6 tuny. (a) Jaké množství paliva se musí spálit, aby sonda změnila velikost své rychlosti o 50 m·s<sup>-1</sup>?  
(b) Jaké množství paliva se musí spálit, aby sonda při rychlosti 120 m·s<sup>-1</sup> změnila kurs o 30°? Změnu hmotnosti sondy můžeme zanedbat.  
[(a)  $m=25 \text{ kg}$ , (b)  $m=35 \text{ kg}$ ]

## úloha 5

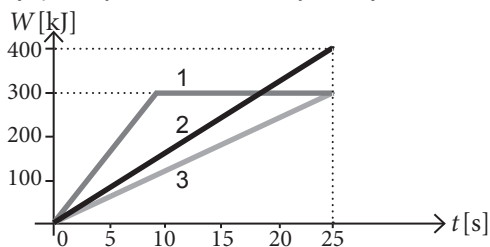
V akčních filmech často vidíme, jak hlavní hrdina vystřelí do protivníka, který po zásahu padá či přímo odlétá dozadu velkou rychlostí, zatímco hrdina klidně stojí dál.  
(a) Vysvětlete, proč je taková situace nemožná,  
(b) Vypočítejte, jakou rychlost udělí zasaženému padouchovi o hmotnosti 80 kg střela o hmotnosti 15 g letící rychlostí 800 m·s<sup>-1</sup>. [ $v=0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

## úloha 6

- (a) Proč musí mít nákladní auta velmi silné brzdy?  
(b) Jaký je význam deformačních zón automobilu?  
(c) Proč při jízdě z prudkého kopce musí řidič "brzdit motorem"?  
(d) Proč má automobil s hybridním pohonem (kombinace spalovacího motoru a elektromotoru) mnohem menší spotřebu při jízdě ve městě?

## úloha 7

Graf ukazuje práci vykonanou třemi různými stroji v závislosti na čase.



- (a) Který stroj vykonal největší práci?  
(b) Který stroj pracoval nejkratší dobu?  
(c) Který stroj měl největší maximální výkon?  
(d) Který stroj měl největší průměrný výkon?

## úloha 8

Jakou minimální práci musí vykonat motor výtahu, zvedá-li člověka o hmotnosti 80 kg z přízemí do 7. patra (to představuje výškový rozdíl 25 m)? Jaký je minimální výkon motoru, jestliže zdvih trvá 25 s? Proč je ve skutečnosti práce o něco větší? Proč nemusíme počítat s hmotností konstrukce výtahu? [ $W=19,6 \text{ kJ}$ ,  $784 \text{ W}$ ]

## úloha 9

Určete kinetickou energii následujících objektů:

- (a) učitel tělocviku o hmotnosti 85 kg běžící po hřišti rychlostí 20 km·h<sup>-1</sup>,  
(b) kulka o hmotnosti 4,2 g letící rychlostí 950 m·s<sup>-1</sup>,  
(c) letadlová loď Nimitz o hmotnosti 91 400 t při rychlosti 32 uzlů  
(d) kulový asteroid o průměru 100 m, hustotě 2000 kg·m<sup>-3</sup> a rychlosti 15 km·s<sup>-1</sup> vzhledem k Zemi.

Pro srovnání: Výbuch Hirošimské bomby uvolnil  $E=5,5\cdot 10^{13} \text{ J}$ .

[(a) 1312 J, (b) 1895 J, (c) 12 GJ, (d)  $1,2\cdot 10^{17} \text{ J}$ ]

## úloha 10

Velký kus sněhu o hmotnosti 15 kg padá ze střechy horské chaty z výšky 8 metrů nad zemí. Jaká bude jeho kinetická energie těsně před dopadem? Jaká bude jeho rychlost? [ $E=1180 \text{ J}$ ,  $v=12,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

## úloha 11

Odhadněte, do jaké výšky může vyskočit závodník ve skoku o tyči. Vyjděte ze zákona zachování mechanické energie a předpokládejte, že celá kinetická energie skokana se přemění na potenciální energii. Závodník se dokáže rozběhnout rychlostí o velikosti 10 m·s<sup>-1</sup>.

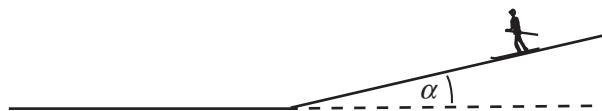
Jak vysoko by mohl vyskočit skokan o tyči, kdyby se závod konal na Měsíci, kde je  $g=1,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ? [ $h=5 \text{ m}$ ,  $h=30 \text{ m}$ ]

## úloha 12

Vypočítejte, o jaký úhel musíme vychýlit kuličku kyvadla, aby proletěla nejnižším bodem rychlostí o velikosti 4 m·s<sup>-1</sup>. Délka závěsu kyvadla je 3 m, odpor vzduchu neuvažujeme. [ $\alpha=43^\circ$ ]

## \*úloha 13

Lyžař se rozjíždí po svahu se sklonem  $\alpha=30^\circ$ , dojíždí až do zastavení po rovině (viz obrázek). Určete součinitel dynamického tření mezi lyžemi a sněhem, víme-li, že po svahu i po rovině ujel stejnou vzdálenost. [ $f=0,27$ ]



## úloha 14

Dva studenti o stejné hmotnosti 70 kg si dávají závody v běhu do schodů. Převýšení je 18 metrů. První doběhne v čase 25 s a druhý o 10 s později. Který student vykonal větší mechanickou práci? Vypočítejte a porovnejte výkon obou studentů. [ $P_1=494 \text{ W}$ ,  $P_2=353 \text{ W}$ ]

## úloha 15

Jedna kilowatthodina elektrické energie v běžné sazbě stojí 5 Kč. Kolik stojí

- (a) 1 hodina svícení 100 W žárovkou?  
(b) 1 den svícení 100 W žárovkou?  
(c) 1 měsíc svícení 100 W žárovkou?  
(d) 1 měsíc provozu elektrických kamen o příkonu 3 kW, která pracují v průměru 6 hodin denně?

## úloha 16

V tabulce je uvedeno, jaký je přibližný mechanický výkon člověka při různých činnostech a tepelný výkon v klidu.

činnost člověka	výkon
chůze	60 W
běh maratón	300 W
běh 1 500 m	500 W
běh 100 m	1200 W
tepelný výkon v klidu	80 W

Vypočítejte, za jak dlouho při uvedených činnostech člověk spotřebuje energii 2600 kJ, která je obsažena v jedné tabulce čokolády (hodnota uváděná na všech potravinách je tzv. využitelná energie, tedy množství energie, které dokáže lidský metabolismus využít). Počítejte s účinností svalové práce 25%.

## úloha 17

Výkon motoru závodního automobilu je 110 kW. Odporová síla závisí na rychlosti tohoto auta přibližně podle vztahu  $F_{\text{odp}}=0,5v^2$ . Jaká je maximální dosažitelná rychlost auta na rovině? [ $v=217 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ]

## \*úloha 18

Jaký výkon lze přenášet řemenem 60 mm širokým, jestliže dovolené namáhání na 1 mm šířky řemenu je 12 N? Poloměr řemenice je 125 mm a frekvence jejího otáčení 12 Hz. [ $P=6,78 \text{ kW}$ ]

## úloha 19

Spád (rozdíl výšky hladin) přehradní hráze Orlický náhon je 70,5 m. Maximální výkon elektrárny je 364 MW. Při maximálním výkonu protéká turbínami 585 m<sup>3</sup> za sekundu. (Pro představu: průměrný roční průtok Vltavy v ústí je 150 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>). Vypočítejte účinnost turbín vodní elektrárny. [ $\eta=90\%$ ]