

PRÁCE A VÝKON

PRÁCE JAKO FYZIKÁLNÍ POJEM

OPAKOVÁNÍ

- ▶ SÍLA
- ▶ SÍLA JE FYZIKÁLNÍ VELIČINA, KTERÁ SE ZNAČÍ **F** A JEJÍ ZÁKLADNÍ JEDNOTKOU JE **1N**
- ▶ DĚLENÍ SIL:
 - ▶ 1) SÍLY PŮSOBÍCÍ NA DÁLKU
 - ▶ PŘ: **MAGNETICKÁ, GRAVITAČNÍ, ...**
 - ▶ 2) SÍLY PŮSOBÍCÍ NA DOTEK
 - ▶ PŘ: **TŘECÍ, TAHOVÁ, TLAKOVÁ, ...**

TÍHOVÁ (GRAVITAČNÍ) SÍLA

- ▶ GRAVITAČNÍ SILOU NA SEBE PŮSOBÍ **KAŽDÁ 2 HMOTNÁ TĚLESA**
- ▶ VELIKOST ZÁVISÍ NA:
 - ▶ **HMOTNOST TĚLES**
 - ▶ **VZDÁLENOST TĚLES**
- ▶ PRO NÁS JE VÝZNAMNÁ AŽ **GRAVITAČNÍ SÍLA** ZPŮSOBENÁ PŮSOBENÍM NAŠÍ DOMOVSKÉ PLANETY - **ZEMĚ**

PŘÍKLADY

- ▶ VYUŽÍVÁME VZORCE:
- ▶ $F_g = m \cdot g$, kde $g = 10 \text{ N/kg}$
- ▶ Příklad: Jakou hmotnost má kočka, působí-li na ni gravitační síla o velikosti 0,025 kN?
- ▶ Příklad: Jak velká gravitační síla působí na člověka o hmotnosti 70 kg, má-li na sobě oblečení o hmotnosti 1500 g a v kapse má klíče o hmotnosti 350 g?

PRÁCE

- ▶ JE JISTĚ VELIKÝ ROZDÍL, JESTLI UŽIJEME POJEM PRÁCE DOMA NEBO NA FYZICE
- ▶ TO CO JE PRO NÁS **PRÁCE V BĚŽNÉM ŽIVOTĚ** JEŠTĚ PRO NÁS NEMUSÍ BÝT **PRÁCE VE FYZIKÁLNÍM SMYSLU** A NAOPAK
- ▶ CO JE TO TEDY ONA **PRÁCE** VE FYZICE?

PRÁCE VE FYZIKÁLNÍM SMYSLU

- ▶ PRÁCE JE **FYZIKÁLNÍ VELIČINA**, KTERÁ SE ZNAČÍ **W** A JEJÍ ZÁKLADNÍ JEDNOTKOU JE **1J(JOULE, ČTI DŽAUL)**
- ▶ VEDLEJŠÍ JEDNOTKY : kJ, MJ, GJ, ...
- ▶ KDY SE TEDY PRÁCE KONÁ A KDY NE?
- ▶ PRÁCE VE FYZIKÁLNÍM SMYSLU SE KONÁ, **PŘEMISŤUJEME-LI** NĚJAKÉ **TĚLESO** PO NĚJAKÉ **DRÁZE** ZA POMOCI NĚJAKÉ **SÍLY**

- ▶ PROTO I KDYŽ KOLIKRÁT MŮŽEME BÝT REÁLNĚ PĚKNĚ UTAHANÍ, NEMUSÍME FYZIKÁLNĚ VYKONÁT VŮBEC ŽÁDNOU PRÁCI
- ▶ JE TEDY VŽDY NUTNO UŽÍT NĚJAKÉ **SÍLY** A **POSUNOUT S TĚLESEM** NA KTERÉ PŮSOBÍME!
- ▶ VISÍME-LI NAPŘÍKLAD NA VĚTVI, NEBO STOJÍME S KUFREM V RUCE NA NÁDRAŽÍ, MŮŽEME SICE FUŇET NÁMAHOU, ALE **ŽÁDNOU PRÁCI NEKONÁME!**

VÝPOČET PRÁCE

- ▶ VZOREC KRÁSNĚ KOPÍRUJE VĚTU, KTERÁ HOVOŘÍ O PRÁCI, A PROTO:
- ▶ $W = F \cdot s$, kde
 - ▶ **W** JE VYKONANÁ PRÁCE V JOULECH
 - ▶ **F** JE PŮSOBÍCÍ SÍLA V NEWTONECH
 - ▶ **s** JE DRÁHA, PO NÍŽ SÍLA PŮSOBÍ
V METRECH

ŘEŠENÍ ÚLOH

- ▶ ZAČNĚME UKÁZOVÝM PŘÍKLADEM
- ▶ PŘ: JAKOU PRÁCI VYKONÁME, PŘENESEME-LI BŘEMENO O HMOTNOSTI 30 kg O 7 METRŮ?

▶ ŘEŠENÍ:

▶ ZÁPIS: $m = 30 \text{ kg}$

$s = 7 \text{ m}$

$W = ? \text{ J}$

▶ VÝPOČET:

NEZMÁME PŮSOBÍCÍ SÍLU A PROTO JI URČÍME: $F = F_g = m \cdot g = 30 \cdot 10 = 300$
N

POTÉ JE TO JIŽ SNADNÉ:

$W = F \cdot s = 300 \cdot 7 = 2100 \text{ J} = 2,1 \text{ kJ}$

PŘÍKLADY K PROCVIČENÍ

- ▶ PŘ: JAKOU PRÁCI VYKONÁ KARKULKA, UJDE-LI S KOŠÍČKEM O HMOTNOSTI **4500 g** CESTU K BABIČCE PŘES LES DLOUHOU **2,5 km**?
- ▶ JAK VELIKOU SILOU PŮSOBÍ JEŘÁB, KTERÝ PŘI PŘESUNU BŘEMENE O **15 m** VYKONÁ PRÁCI O VELIKOSTI **30 kJ**?

- ▶ **PŘ: JAKOU HMOTNOST MÁ RTĚNKA, KTEROU JE NUTNO NA POTŘENÍ CELÝCH ÚST VYKONAT POHYB DLOUHÝ 1,7 m, JE-LI VYKONANÁ PRÁCE VELIKÁ 425 mJ?**
- ▶ **DÚ: JAKOU PRÁCI VYKONÁME, ODNESEME-LI SOUROZENCE O 3 km?**
(poznámka: kdo nemá sourozence, ponese domácího mazlíčka, nebo matku)

VÝKON

- ▶ Z PRAXE VÍME, ŽE SNAD ČASTĚJI NEŽLI VYKONANÁ **PRÁCE** UŽÍVÁME JAKO MĚŘÍTKO **VÝKON**, AŽ JIŽ NÁŠ A NEBO NĚJAKÉHO STROJE
- ▶ CO JE TO VLASTNĚ TAKOVÝ **VÝKON**?
- ▶ NA ČEM ZÁVISÍ JEHO VELIKOST?

► VYJDĚME OPĚT Z PRAXE:

► MĚJME SPORTOVCE.

► PRVNÍ DEN BĚŽEL TRASU 200 m ZA 20,51s A DRUHÝ DEN ZA 20,32 s. KDY BYL JEHO VÝKON VĚTŠÍ?

► ⇒ VÝKON ZÁVISÍ NA ČASE, A TO NEPŘÍMO ÚMĚRNĚ.

► POTÉ TRÉNOVAL VYTRVALOST

► PRVNÍ DEN ZA 12 min UBĚHL 5 km A DRUHÝ DEN ZA STEJNÝ ČAS 5,5 km. KDY BYL JEHO VÝKON VĚTŠÍ?

► ⇒ VÝKON ZÁVISÍ NA VYKONANÉ PRÁCI, A TO PŘÍMO ÚMĚRNĚ.

VÝPOČET VÝKONU

- ▶ JE TEDY VIDĚT, ŽE **VÝKON** JE PRO NÁS NĚJAKÁ **PRÁCE ZA NĚJAKÝ ČAS**
- ▶ PROTO SE TEDY I VÝKON BUDE POČÍTAT:
- ▶
$$P = W / t$$
 , KDE
 - ▶ **P** JE VÝKON VE WATTECH
 - ▶ **W** JE VYKONANÁ PRÁCE V JOULECH
 - ▶ **t** JE ČAS, ZA KTERÝ BYLA PRÁCE VYKONÁNA V SEKUNDÁCH

- ▶ **VÝKON JE FYZIKÁLNÍ VELIČINA, KTERÁ SE ZNAČÍ P A JEJÍ ZÁKLADNÍ JEDNOTKOU JE 1 W (1 WATT)**

ŘEŠENÍ ÚLOH

- ▶ UKÁZKOVÁ ÚLOHA
- ▶ PŘ: JAKÝ VÝKON MÁ MOTOR JEŘÁBU, DOKÁŽE-LI ZDVIHNOUT BŘEMENO O HMOTNOSTI **0,5 t** DO VÝŠKY **12 m** ZA **0,5 min**?

▶ **ZÁPIS:** $m = 0,5 \text{ t} = 500 \text{ kg}$

$$s = 12 \text{ m}$$

$$t = 0,5 \text{ min} = 30 \text{ s}$$

$$P = ? \text{ W}$$

▶ **VÝPOČET:**

▶ **NEJPRVE URČÍME PRÁCI:**

$$F = F_g = m \cdot g = 500 \cdot 10 = 5000 \text{ N} = 5 \text{ kN}$$

$$W = F \cdot s = 5000 \cdot 12 = 60000 \text{ J} = 60 \text{ kJ}$$

▶ **VÝKON PAK JIŽ DOSTANEME SNADNO**

$$P = W / t = 60000 / 30 = 2000 \text{ W} = 2 \text{ kW}$$

ÚLOHY K PROCVIČENÍ

- ▶ 1) JAKÝ VÝKON MÁ MOTOR, DOKÁŽE-LI VYKONAT PRÁCI **0,75 MJ** ZA ČTVRT MINUTY?
- ▶ 2) ZA JAK DLOUHO DOKÁŽE MOTOR O VÝKONU **25 kW** VYKONAT PRÁCI O VELIKOSTI **1 MJ**?
- ▶ 3) ZA JAK DLOUHO ZVEDNE JEŘÁB O VÝKONU **30 kW** ZÁTĚŽ O HMOTNOSTI **2t** DO VÝŠKY **30 m**?

VÝPOČET PRÁCE Z VÝKONU

- ▶ CHCEME-LI POČÍTAT PRÁCI ZE ZNÁMÉHO VÝKONU, VYJDEME ZE VZTAHU $P = W/t$,
- ▶ PO VYNÁSOBENÍ VZTAHU ČASEM ZÍSKÁME JIŽ VZTAH PRO PRÁCI
 $W = P \cdot t$
- ▶ VZTAHY VŠAK MUSÍ SEDĚT I V OHLEDU NA JEDNOTKY A PROTO
- ▶ $1J = 1W \cdot 1s$, A PROTO JEDEN JOULE ODPOVÍDÁ JAKÉSI „WATTSEKUNDĚ“

KILOWATTHODINA

- ▶ V BĚŽNÉ PRAXI BOHUŽEL NENARAZÍTE VŽDY NA JOULY JAKOŽTO JEDNOTKY PRÁCE, ALE I NA NĚKTERÉ ODVOZENÉ
- ▶ NAPŘÍKLAD V ENERGETICE JE TO **KILOWATTHODINA**
- ▶ PŘEVOD: VYJDEME Z ROVNOSTI JEDEN **JOULE** JE JAKO JEDNA **WATTSEKUNDA**

▶ PAK JIŽ SNADNO DOSTANEME:

▶ $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}$ (PROTOŽE $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$) = $1000 \cdot 3600 \text{ Ws}$ (PROTOŽE $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$) = $3600000 \text{ Ws} = 3600000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$

▶ **$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$**

PŘÍKLADY

- ▶ 1) JAK VELIKOU PRÁCI VYKONÁ PRACOVNÍK S VÝKONEM 0,8 kW, PRACUJE-LI 8 HODINOVOU PRACOVNÍ DOBU S 20 MINUTOVOU PŘESTÁVKOU NA OBĚD?
- ▶ 2) JAK VELIKOU PRÁCI VYKONÁ LOKOMOTIVA S VÝKONEM 27 kW ZA 3 HODINY SVÉ ČINNOSTI?

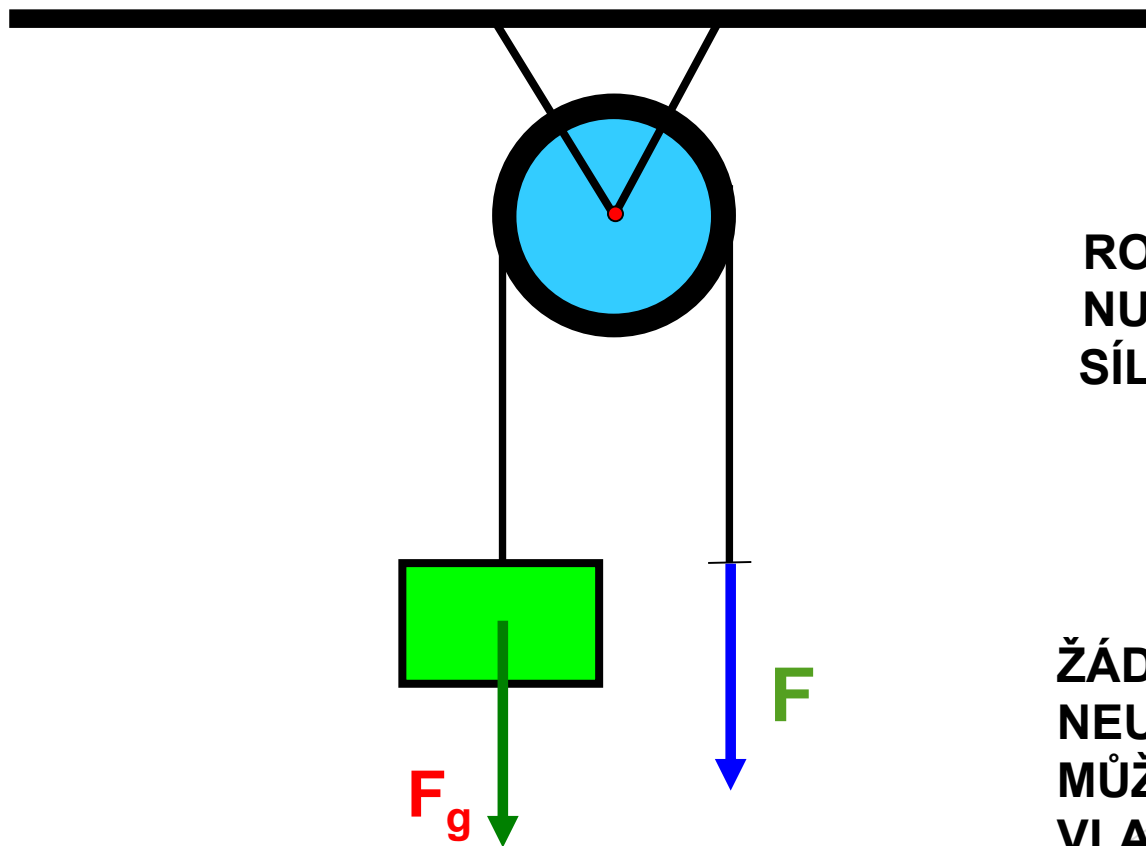
KLADKY

- ▶ **KLADKY** ŘADÍME MEZI JEDNODUCHÉ STROJE, KTERÉ NÁM **USNADŇUJÍ** MECHANICKOU **PRÁCI**
- ▶ DĚLÍME JE NA:
 - ▶ 1) **KLADKA PEVNÁ**
 - ▶ 2) **KLADKA VOLNÁ**
- ▶ OBA DRUHY MAJÍ SVÉ VÝHODY I NEVÝHODY, NA NĚ SE NYNÍ PODÍVÁME.

KLADKA PEVNÁ

- ▶ NEJČASTĚJŠÍ DRUH KLADKY, KTERÝ ANIŽ SI TO UVĚDOMUJEME UŽÍVÁME VELMI ČASTO
- ▶ JEJÍ HLAVNÍ **VÝHODOU JE SMĚR PŮSOBÍCÍ SÍLY**
- ▶ ZVEDÁME-LI NĚCO POUZE RUKOU, PŮSOBÍME SILOU VZHŮRU
- ▶ PŘI UŽITÍ KLADKY **PŮSOBÍME** PRO ZVEDÁNÍ **SMĚREM DOLŮ** A TÍM PÁDEM MŮŽEME VYUŽÍT VLASTNÍ VÁHY!

OBRÁZEK PEVNÁ KLADKA



ABY NASTALA
ROVNOVÁHA SIL, JE
NUTNÉ, ABY SE OBĚ
SÍLY SOBĚ ROVNALI.
PROTO

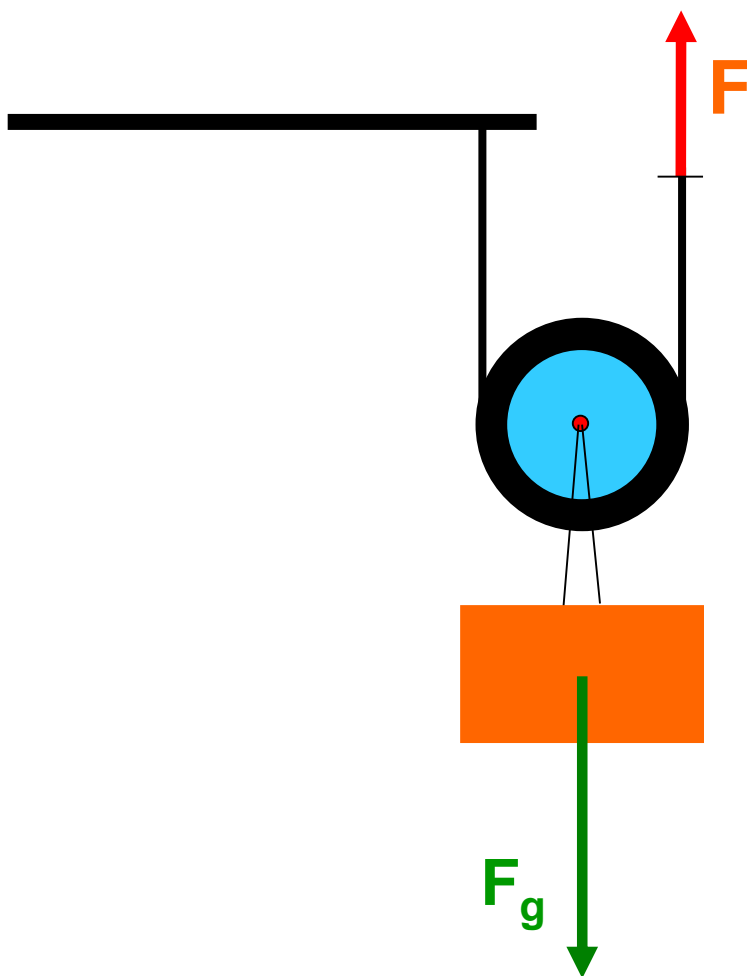
$$F = F_g$$

ŽÁDNOU SÍLU TEDY
NEUŠETŘÍME, ALE
MŮŽEME VYUŽÍT
VLASTNÍ HMOTNOST,
NEBOŤ PŮSOBÍME
SMĚREM DOLŮ!

KLADKA VOLNÁ

- ▶ TENTO JEDNODUCHÝ STROJ SE HODÍ PRO **ZDVIHÁNÍ TĚŽKÝCH BŘEMEN**
- ▶ KE ZVEDNUTÍ JE TOTIŽ POTŘEBA JEN **POLOVIČNÍ SÍLA**
- ▶ NEVÝHODOU JE **SMĚR PŮSOBÍCÍ SÍLY**, NEBOŽ JE OPĚT **VZHŮRU**, CHCEME-LI NĚCO ZVEDAT DO VÝŠKY

OBRÁZEK KLADKA VOLNÁ



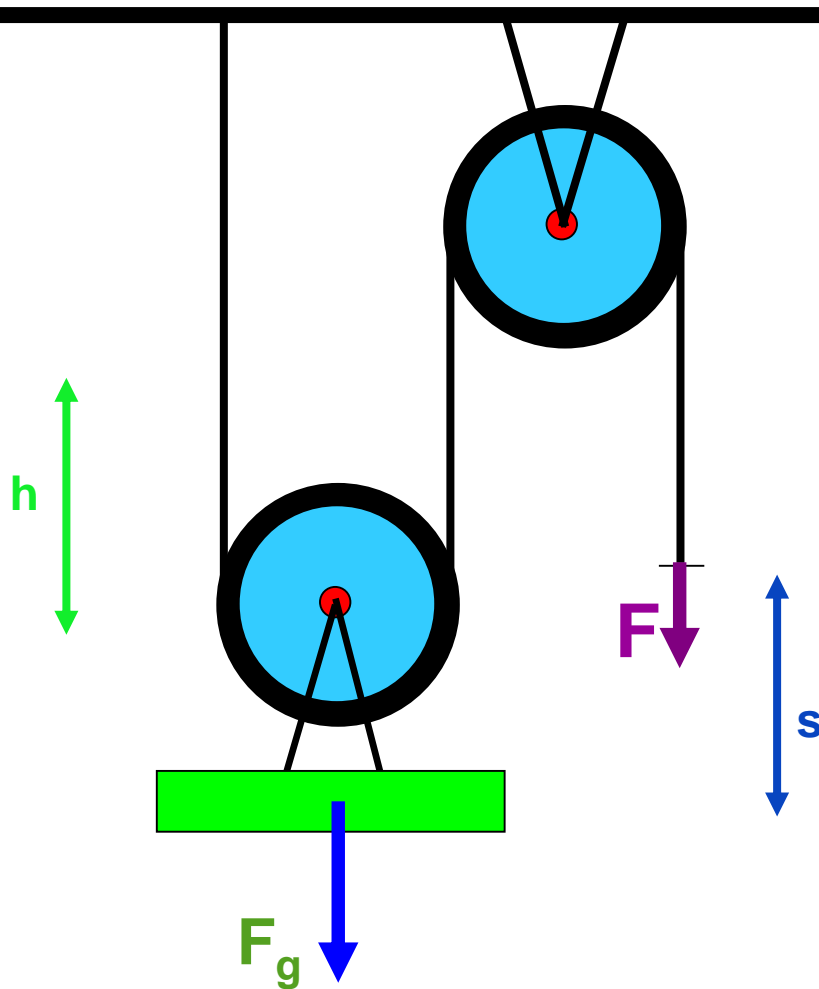
PRO ROVNOVÁHU JE OPĚT POTŘEBA VYVÁŽIT GRAVITAČNÍ SÍLU. NA VOLNÉ KLADCE SE TATO SÍLA VŠAK **ROZLOŽÍ NA DVĚ STEJNĚ VELIKÉ SÍLY**, Z NICHŽ JEDNU DRŽÍ **ZÁVĚS** A DRUHOU NAŠE **PAŽE**. PROTO NÁM **STAČÍ JEN POLOVIČNÍ SÍLA**, NEŽLI BY BYLA POTŘEBNÁ U KLADKY PEVNĚ. A PROTO PLATÍ

$$F_g = 2 * F$$

KLADKOSTROJ

- ▶ **SPOJENÍM** VÝHOD KLADKY **PEVNÉ A VOLNÉ** ZÍSKÁME KLADKOSTROJ
- ▶ KLADKOU **PEVNOU** ZÍSKÁME VÝHODNÝ **SMĚR** PŮSOBENÍ A KLADKOU **VOLNOU** ZMENŠÍME **SÍLU**
- ▶ NEVÝHODOU JE VŠAK FAKT, ŽE KOLIKRÁT **ZMENŠÍME SÍLU**, TOLIKRÁT **ZVĚTŠÍME DÉLKU LANA**

OBRÁZEK KLADKOSTROJ



U KLADKOSTROJE JE OPĚT PŮSOBÍCÍ SÍLA POLOVIČNÍ, ALE CHCEME-LI ZVEDNOUT BŘEMENO O DO NĚJAKÉ VÝŠKY, MUSÍME VYTÁHNOUT DVAKRÁT TAK DLOUHÉ LANO. PLATÍ TEDY:

$$F_g = 2 * F$$

$$2 * h = s$$

PRÁCE NA KLADKÁCH

- ▶ PRO PRÁCI NA KLADKÁCH PLATÍ STÁLE VZOREC $W = F \cdot s$
- ▶ PROTO MŮŽEME URČIT PRÁCI PRO VŠECHNY PŘÍPADY VELMI SNADNO, NEBOŽ KAŽDOU SÍLU UMÍME VYJÁDŘIT POMOCÍ SÍLY GRAVITAČNÍ
- ▶ VÝSLEDKY PAK MŮŽEME MEZI SEBOU POROVNAT

POROVNÁNÍ VELIKOSTI PRÁCE

▶ 1) PRÁCE BEZ KLADKY

- ▶ ZVEDÁME - LI NĚJAKÉ TĚLESO POUZE RUKAMA, JEDINÉ CO MUSÍME PŘEKONAT JE ZEMSKÁ TÍŽE, NEBOLI GRAVITACE A TAK PŮSOBÍME SILOU STEJNĚ VELIKOU, JAKO JE SÍLA GRAVITAČNÍ, A PROTO NA ZVEDNUTÍ DO VÝŠKY VYKONÁME PRÁCI

$$W = F_g \cdot s$$

▶ 2) ZA POMOCI KLADKY PEVNÉ

- ▶ POUŽIJEME-LI KLADKU PEVNOU, MUSÍME OPĚT PŘEKONAT SÍLU GRAVITAČNÍ A PROTO BUDEMI-LI ZVEDAT NĚCO O METR, ZATÁHNEME ZA LANO A VYTÁHNEME HO ROVNĚŽ METR. PROTO PRÁCE, KTEROU VYKONÁME JE ROVNA

$$W = F_g \cdot s$$

▶ 3) ZA POMOCI KLADKOSTROJE

- ▶ JAK JIŽ VÍME, STAČÍ NÁM BOHATĚ SÍLA POLOVIČNÍ, NEŽLI JE SÍLA GRAVITAČNÍ, ALE CHCEMI-LI NĚCO ZVEDNOUT O METR, MUSÍME PŘITOM VYTÁHNOUT DVA METRY LANA, A PROTO POČÍTÁM-LI PRÁCI, TAK POČÍTÁM TAKTO:

$$W = Fg/2 \cdot 2s$$

COŽ SE ALE DÁ SNADNO ZKRÁTIT, A TAK DOSTANEME OPĚT:

$$W = Fg \cdot s$$

POROVNÁNÍ

- ▶ JE TEDY VIDĚT, ŽE PRÁCE PŘI UŽITÍ KLADKY, KLADKOSTROJE ČI JEN HOLÝCH RUKOU JE STÁLE STEJNĚ VELIKÁ
- ▶ PROČ TEDY UŽÍVÁME KLADEK?
- ▶ KLADKY MAJÍ PRO NÁS VÝHODNÝ SMĚR PŮSOBÍCÍ SÍLY A U KLADKOSTROJE NÁM STAČÍ MENŠÍ SÍLA, NEŽLI BY BYLA POTŘEBA BEZ NĚHO

ÚČINNOST

- ▶ PŘI VŠECH LIDSKÝCH ČINNOSTECH DOCHÁZÍ KE ZTRÁTÁM ENERGIE
- ▶ PROTO Z PŘÍSTROJŮ NEDOSTANEME TOLIK, KOLIK DO NICH NANDÁME
- ▶ TO CO DO NICH „NACPEME“ NAZÝVÁME **PŘÍKON** A OZNAČUJEME P_0 , A TO CO ZÍSKÁME JE NORMÁLNÍ VÝKON

- ▶ PROTO MŮŽEME ZAVÉST ÚČINNOST
- ▶ ÚČINNOST JE PODÍL VÝKONU A PŘÍKONU
- ▶ PROTOŽE DOCHÁZÍ KE ZTRÁTÁM, JE VŽDY VÝKON MENŠÍ NEŽLI PŘÍKON
- ▶ PROTO JE ÚČINNOST MENŠÍ NEŽLI 1, RESPEKTIVE 100%
- ▶ ÚČINNOST JE FYZIKÁLNÍ VELIČINA, KTERÁ SE ZNAČÍ ŘECKÝM PÍSMENEM η (ÉTA) A JE BEZROZMĚRNÁ
(NEMÁ JEDNOTKY)

MATEMATICKY

▶ $\eta = P / P_0$

PŘÍKLADY

- ▶ JAKÝ VÝKON MÁ STROJ, MÁ-LI ÚČINNOST 80% A PŘÍKON 80 kW?

- ▶ ZÁPIS: $P_0 = 80 \text{ kW} = 80\,000 \text{ W}$

$$\eta = 80 \% = 0,8$$

$$P = ?$$

▶ ŘEŠENÍ:

▶ PROTOŽE $\eta = P/P_0$

▶ VYJÁDRÍME $P = \eta \cdot P_0$

▶ PO DOSAZENÍ PAK JIŽ MÁME:

$$P = 0,8 \cdot 80000 = 64000 \text{ W} = \\ = 64 \text{ kW}$$

PŘÍKLADY K PROCVIČENÍ

▶ PŘ 1.

- ▶ JAKÝ PŘÍKON MÁ STROJ S ÚČINNOSTÍ 70% A VÝKONEM 3 MW.

▶ PŘ 2.

- ▶ JAK VELIKOU PRÁCI VYKONÁ MAŠINA, MÁ-LI ÚČINNOST 90%, PŘÍKON 0,5 MW ZA 3 HODINY?

▶ DÚ:

- ▶ JAKOU ÚČINNOST MÁ MOTOR, VYKONÁ-LI PRÁCI 50 kJ ZA 50 s PŘI PŘÍKONU 2 kW?