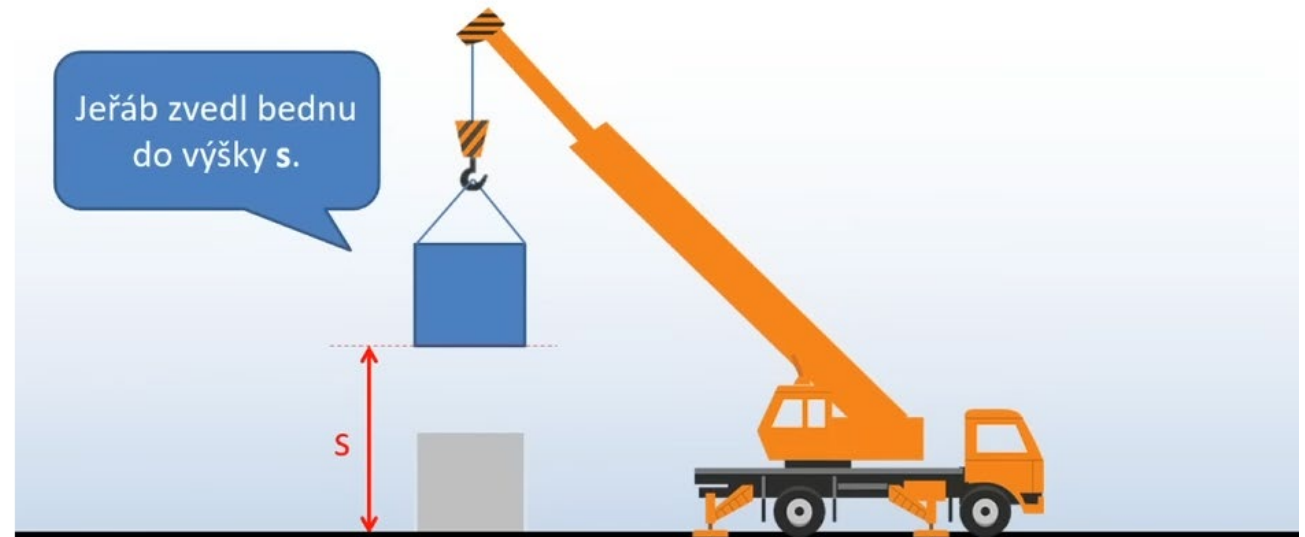
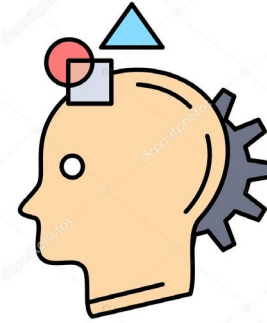
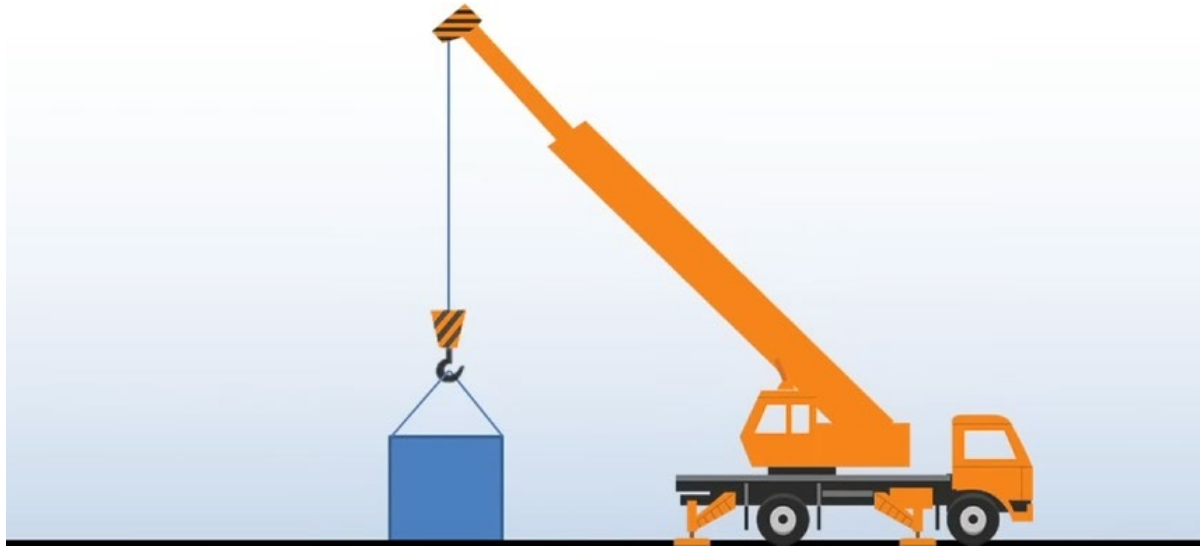


The image shows two large, dark brown draft horses standing in a field. They are wearing elaborate harnesses with brass accents and are pulling a wooden plow. The background is a cloudy sky and a field of dry grass. In the top left corner, there is a small orange horizontal bar.

Práce

**Pojem a význam slova
mechanická práce, síla,
dráha, Joule**

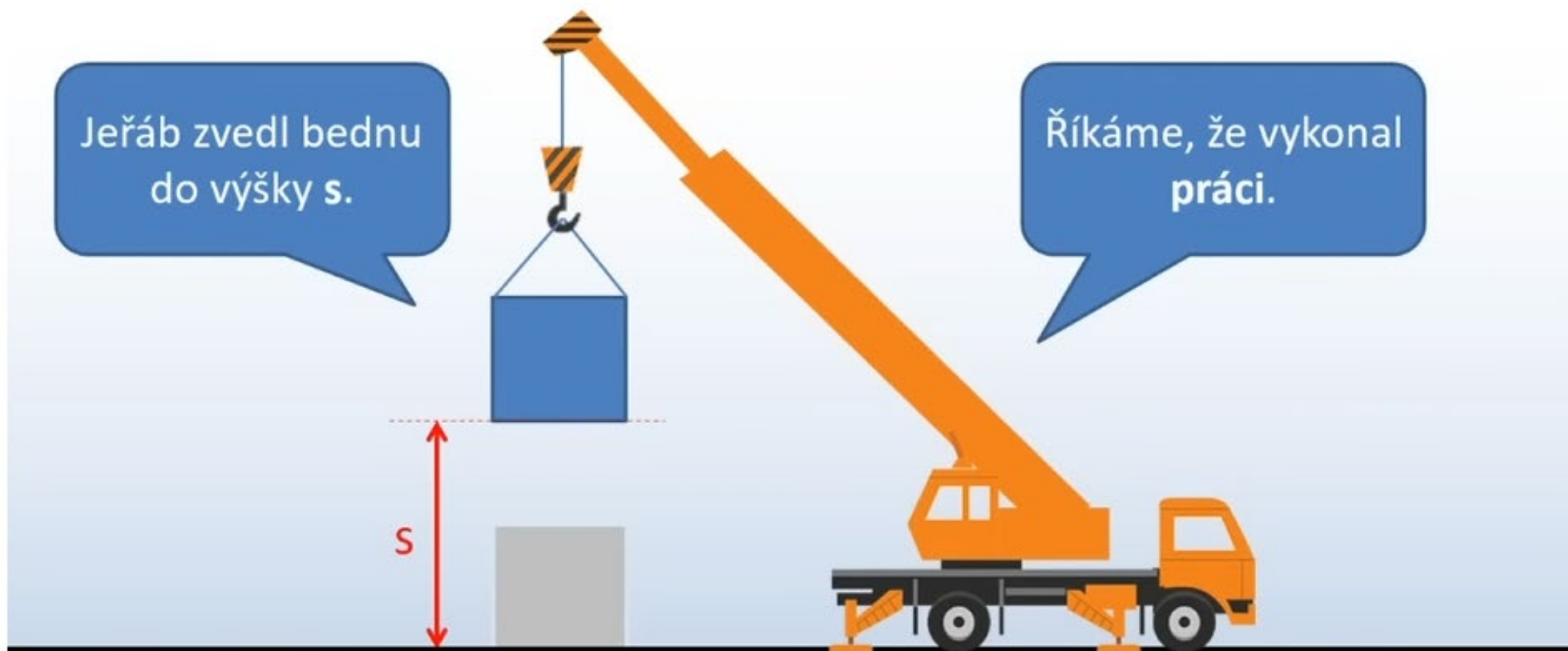
Motivační příklad



Motivace

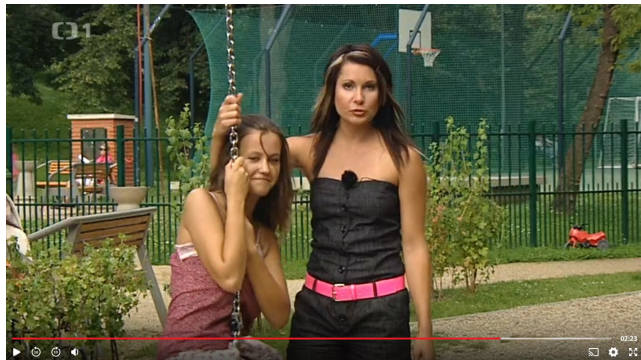
Jeřáb zvedl bednu do výšky s .

Říkáme, že vykonal práci.



Rozdíl v pojmu slova práce ...

- Manuální práce
- Pojem fyzikálně-mechanická práce



Rande s Fyzikou: Práce, výkon a energie (ceskatelevize.cz)



Význam slova práce ve fyzice

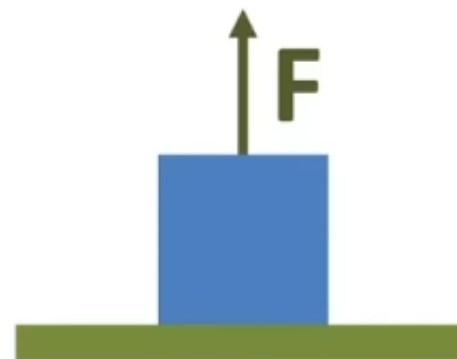
- Rozdíl mezi slovem v běžném významu a ve fyzice?
- Práci konáme, když působíme na těleso silou a způsobíme tím jeho posunutí (pohyb);
- Pokud se těleso nepohne nebo například visí není konána práce.



Kdy konáme práci??

Mechanická práce

Jestliže působí síla F po dráze s , koná se mechanická práce W .



Mechanická práce

Jestliže působí síla F po dráze s , koná se mechanická práce W .

$$W = F \cdot s$$

práce

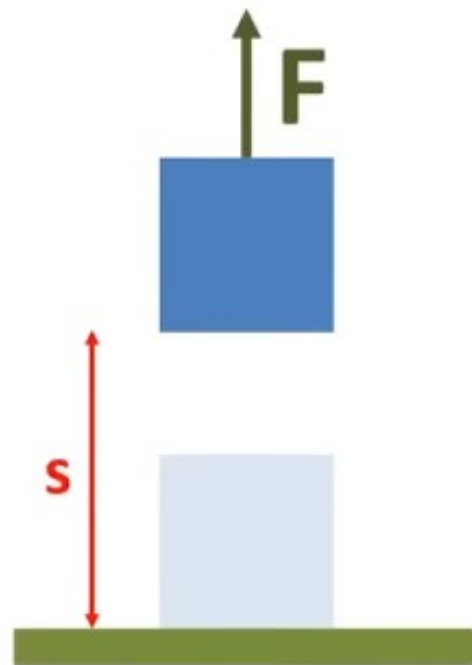
síla

dráha

Jednotkou je J (joule).

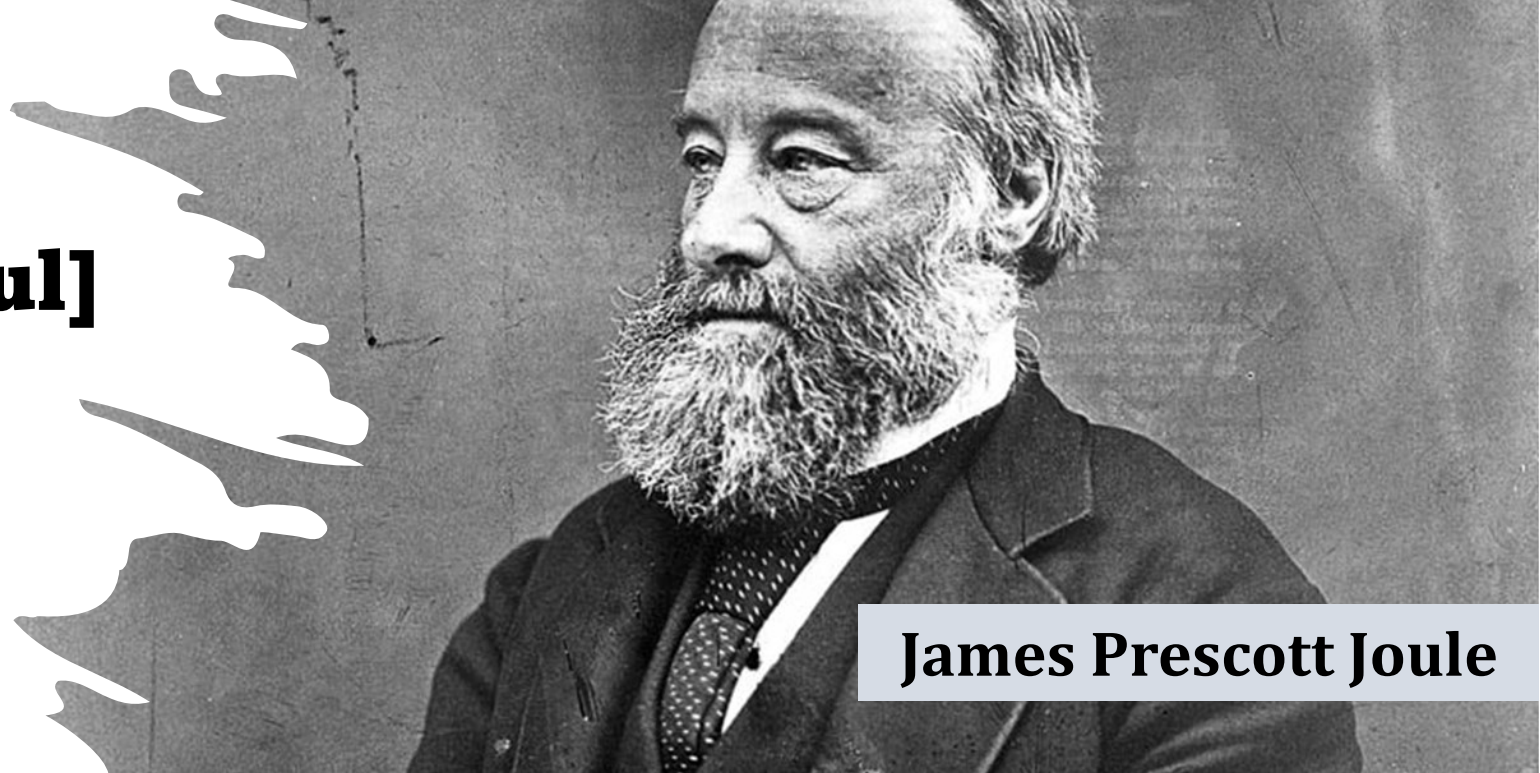
James Prescott Joule byl anglický fyzik. Studoval povahu tepla, a objevil její vztah k mechanické práci a energii. To vedlo k teorii zachování energie.

1847

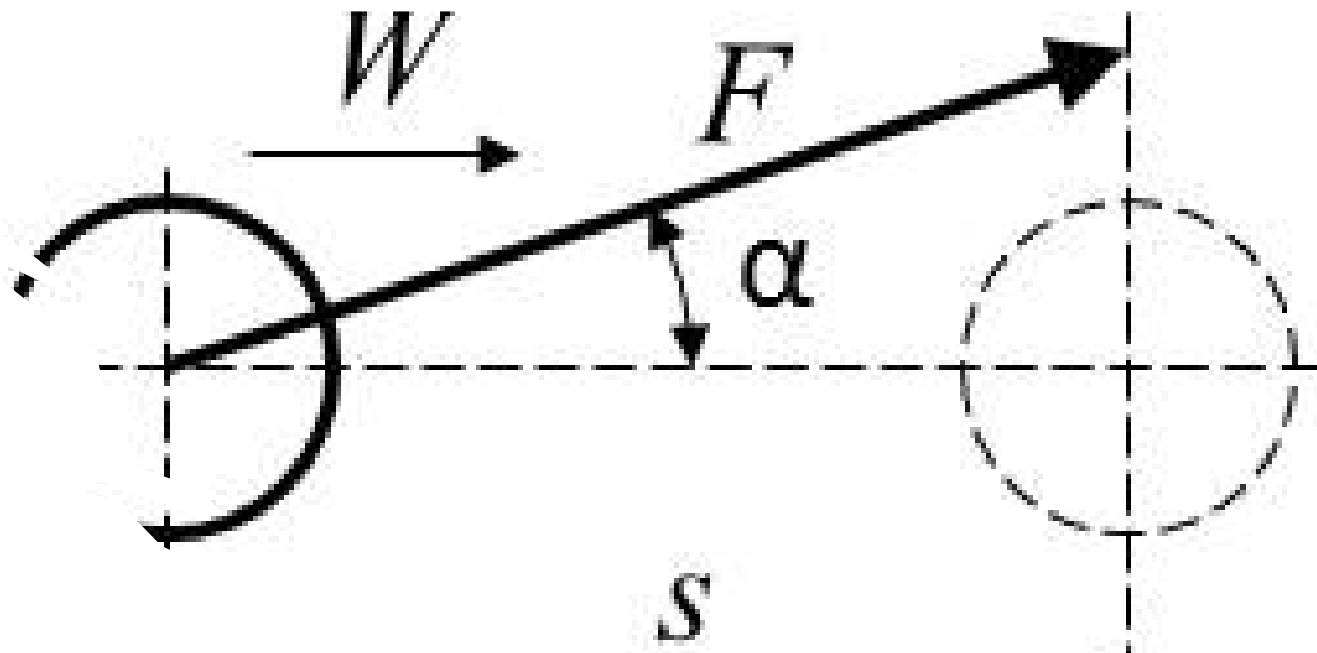


Výpočet práce W , jednotka Joule [džaul]

- Práci vypočítáme jako součin působící síly (F) a dráhy po kterou tato síla působí (s);
- Práci označujeme W ;
- Jednotkou práce je jeden joule (J) a jeho násobky kJ, MJ ...
- **$W = F \cdot s$**

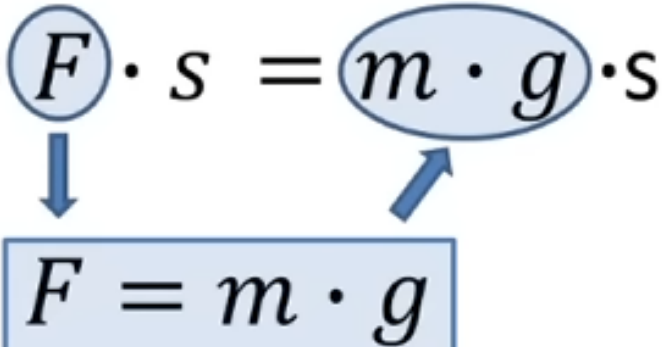


James Prescott Joule



Jestliže přesuneme těleso silou 1 N do vzdálenosti 1 m, **vykonáme práci 1 J** (Joule).

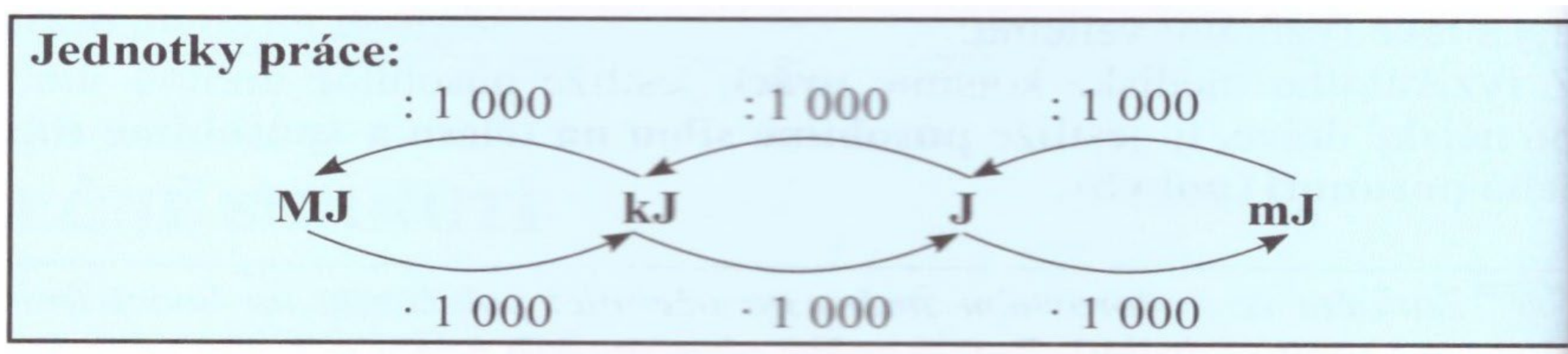
Pokud neznáme sílu, ale víme, jakou hmotnost mělo přesunované těleso, můžeme práci vypočítat následovně:

$$W = \overset{\circ}{F} \cdot s = \overset{\circ}{m \cdot g} \cdot s$$

$$\boxed{F = m \cdot g}$$

$$W = F \cdot s = m \cdot g \cdot s$$

Práce - jednotky

- Jednotkou práce je jeden joule (J) násobky kJ, MJ.....



Joule

Jednotky.cz > Práce a energie > Joule

1	
<hr/>	
joule (J)	v

=

1	joule (J)
0,2388459	kalorií (cal)
0,001	kilojoulů (kJ)
$2,388 \times 10^{-4}$	kilokalorií (kcal)

Kdy se práce nekoná?

$$W = F \cdot s$$

- $s = 0$ (těleso se nepohybuje)
- $F = 0$ (těleso pohybující se podle 1. NPZ pohybem rovnoměrně přímočarým)
- když síla působí kolmo na směr pohybu.

Fyzikální práce se koná pouze v případě, že nenulová síla působí na nenulové dráze a nesvírá s ní pravý úhel.

Co je a co není mechanická práce?

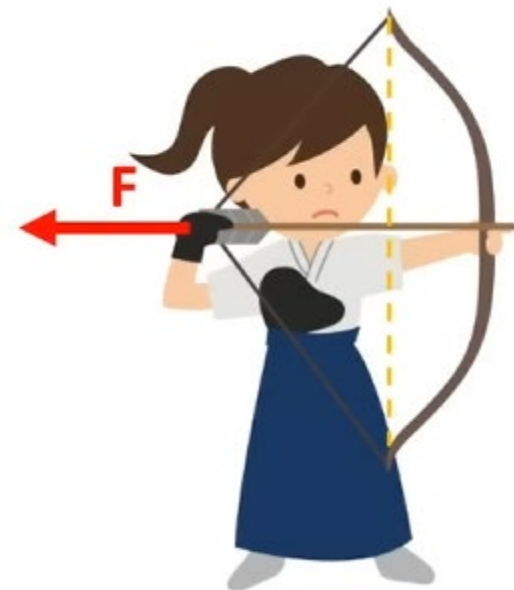
- Práce souvisí s pohybem (dráhou tělesa) a silou na něj působící;
- Pokud sedíme, ležíme nekonáme práci;
- Neseme tašku ve vodorovné poloze nekonáme práci;
- Jeřáb otáčí zavěšeným břemenem.



Koná se mechanická práce?

- Působila nějakou silou?
- Byla nějaká dráha?

Odpověď?



Koná se mechanická práce?

- Působila nějakou silou?
- Byla nějaká dráha?

Odpověď?

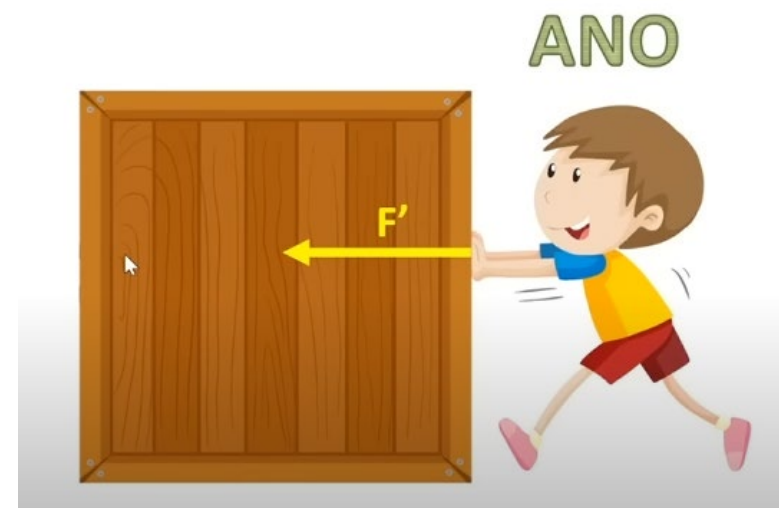


ANO

Koná se mechanická práce?

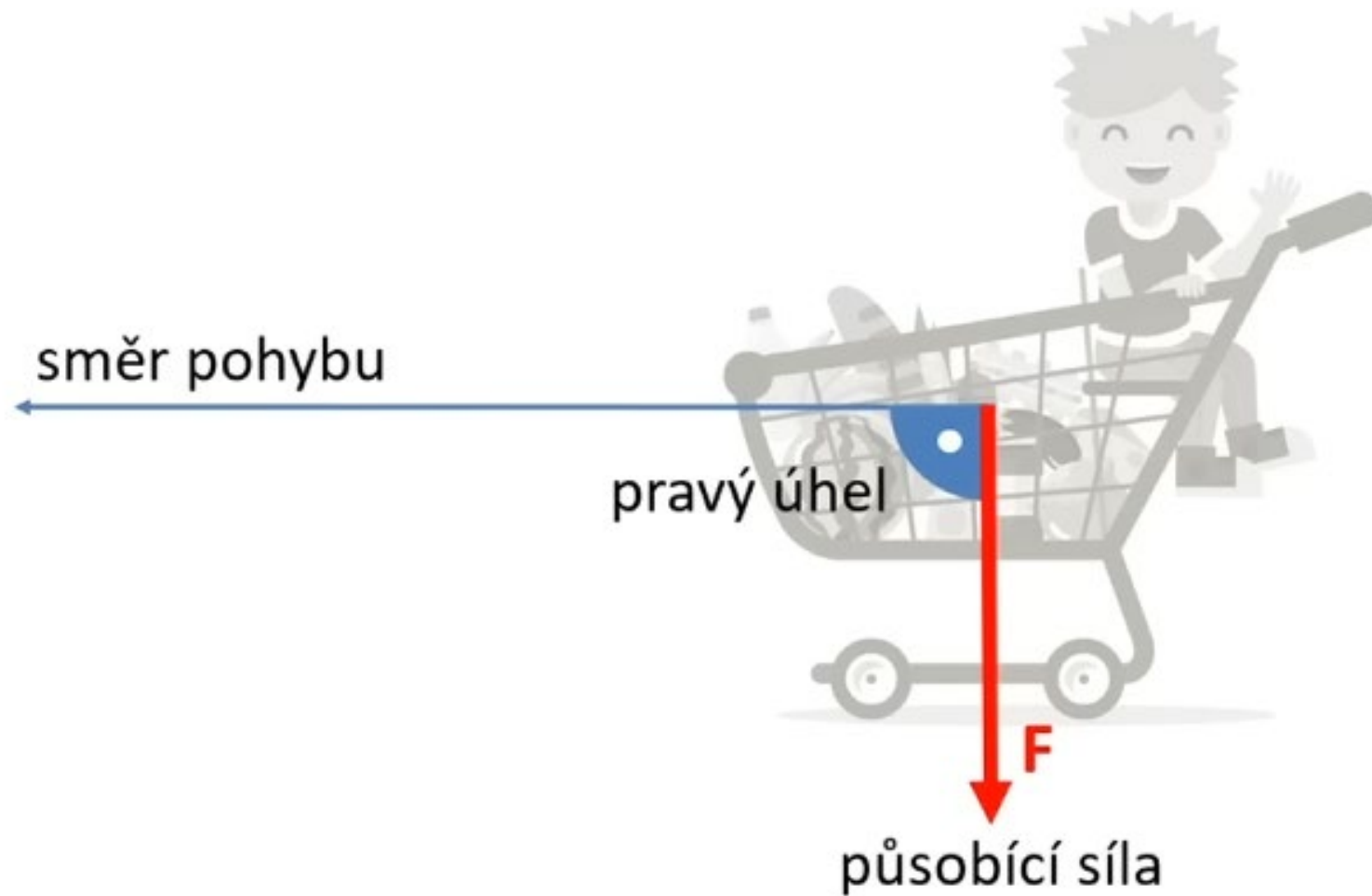
- Je nějaká síla?
- Byla nějaká dráha?

Odpověď?



Koná se mechanická práce?

Vozík jede stálou rychlostí



Koná se mechanická práce

- a) Po podlaze tlačíme skříň.
- b) Zvedáme batoh.
- c) Držíme kýbl plný vody.
- d) Kulička se pohybuje rovnoměrně bez tření.
- e) Roztáčí se kotouč cirkulárky.
- f) Automobil zrychluje.
- g) Měsíc se rovnoměrně otáčí kolem Země.

Opakování

Síla – F - Newton

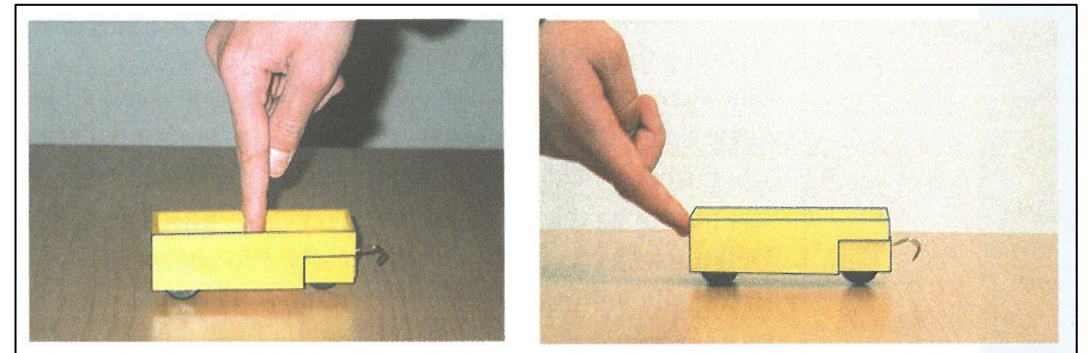
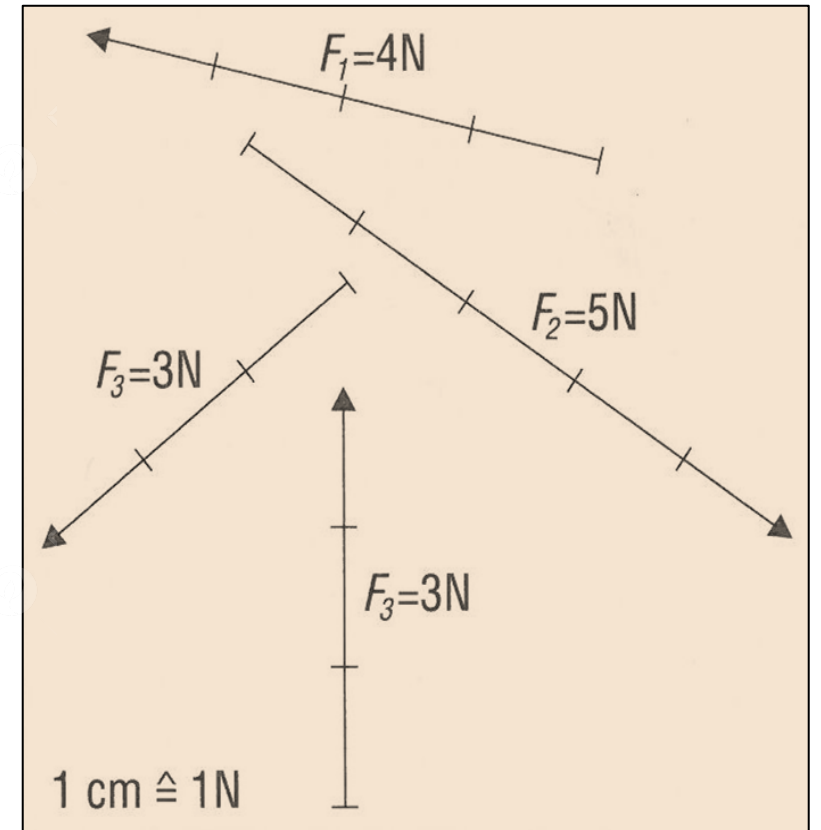
- Odvozenou fyzikální veličinu – sílu označujeme písmenem velké F;
- Je vždy určena:

Působišťem

Směrem

Velikostí

- **Sílu znázorňujeme orientovanou úsečkou**, ve směru, kterým síla působí. Počátek úsečky umísťujeme do bodu, v němž síla působí na těleso.



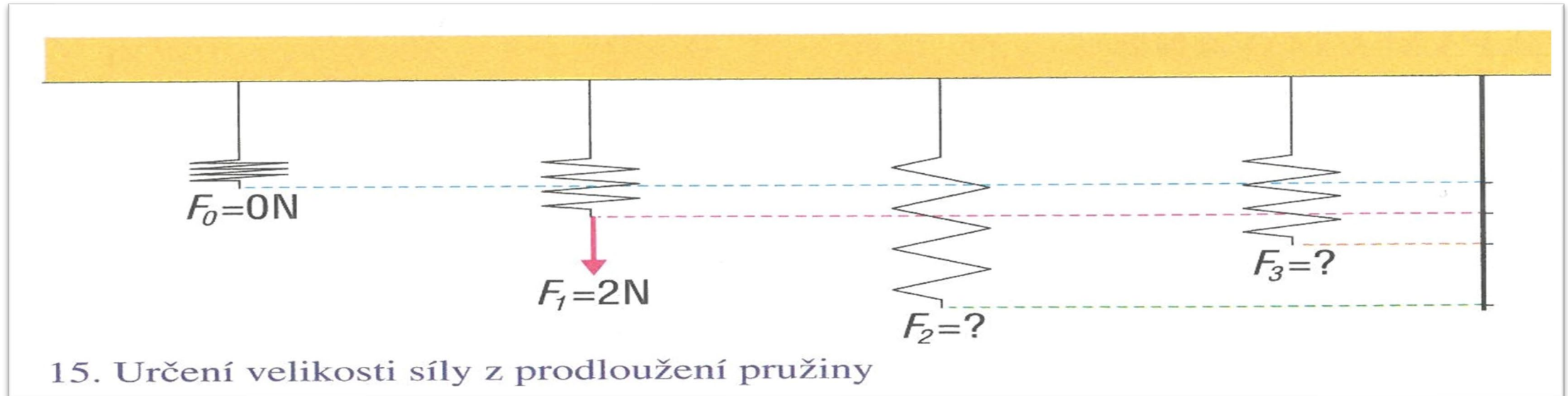
Tíha **G** (zastarale váha)

- Fyzikální veličina vyjadřující sílu jak působí těleso v gravitačním poli Země na podložku nebo závěs;
- Veličina g – má v místě zeměpisné šířka $50^{\circ}05'$ (Praha) hodnotu $9,81 \frac{N}{kg}$, pro výpočty budeme zaokrouhlovat na $10 \frac{N}{kg}$

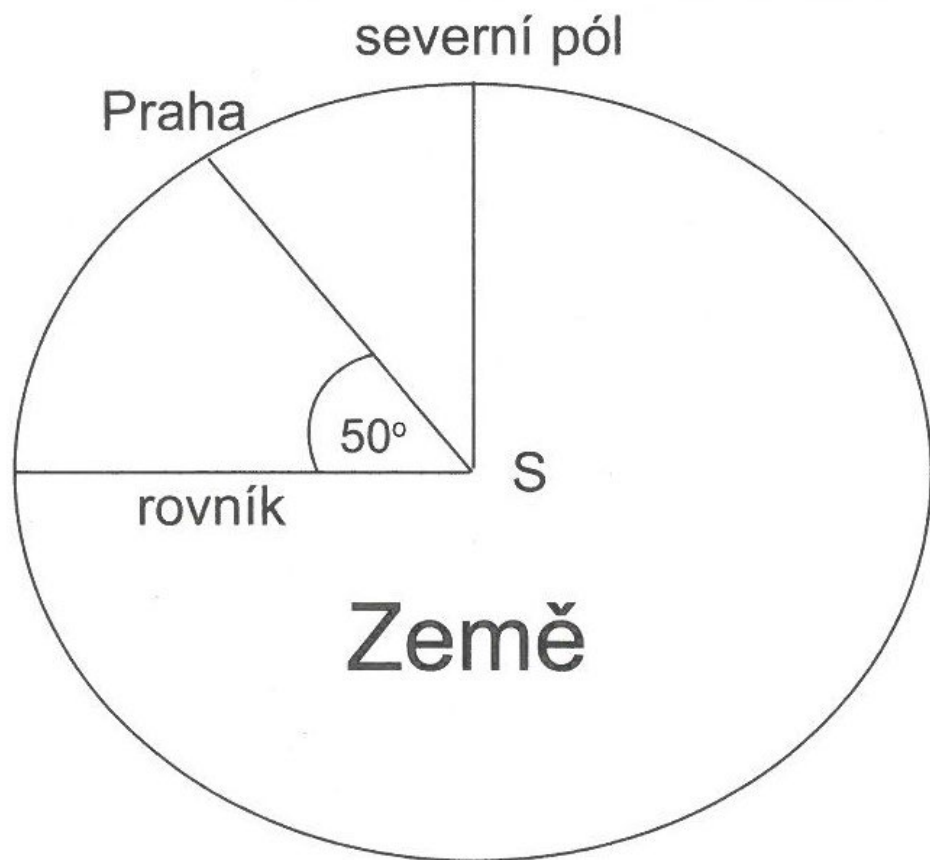
Vypočítá se podle vztahu

$$\mathbf{G = m \cdot g}$$

- Těleso o hmotnosti 40 kg, působí tíhou 400 N
- Měříme siloměrem.



Tvar Země a tíha



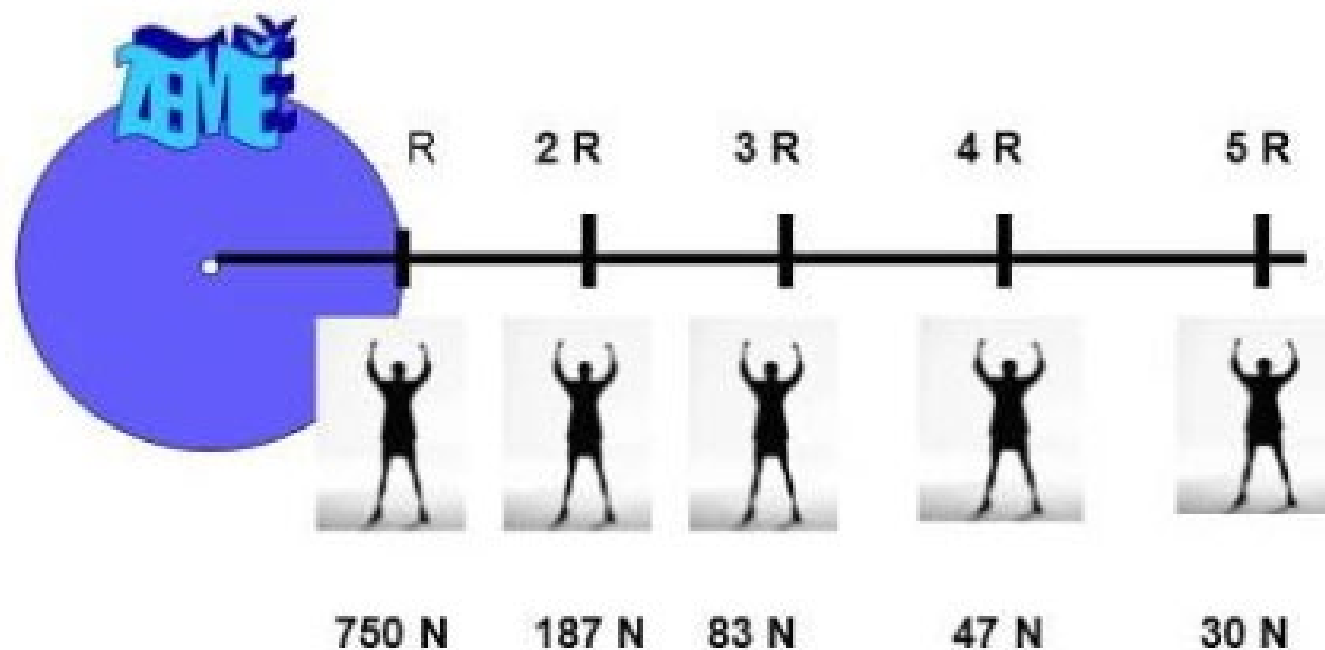
Tvar Země

Protože Země je na pólech zploštělá (viz obr.), jsou místa jejího povrchu v různých zeměpisných šířkách v různých vzdálenostech od jejího středu. Velikost veličiny g je pro tato místa různá (viz tabulka).

Místo	Zeměpisná šířka [°, ´]	$g = \left[\frac{\text{N}}{\text{kg}} \right]$
rovník	0°	9,7805
Brno	49° 12´	9,8093
Praha	50° 05´	9,8104
pól	90°	9,8324

Gravitační síla ve vesmíru

- Na každém vesmírném tělese bude tíha různá – podle hmotnosti tělesa
- Kosmonauti, kteří přistáli na Měsíci budou mít mnohem menší tíhu na povrchu Měsíce, než na Zemi proč?
- Čím více jsme vzdáleni od Země tím bude naše tíže menší (viz obr.)



Gravitační síla ve vesmíru

Vesmírné těleso	Tiha tělesa o hmotnosti 1 kg	Vesmírné těleso	Tiha tělesa o hmotnosti 1 kg
Slunce	273 N	Jupiter	23 N
Měsíc	1,6 N	Saturn	9,1 N
Merkur	3,8 N	Uran	8,9 N
Venuše	8,6 N	Neptun	11 N
Země	10 N	Pluto	0,5 N
Mars	3,7 N		

SHRNUTÍ

- Každá dvě tělesa se navzájem přitahují.
- Kolem Země je gravitační pole, které se projevuje **gravitační silou**, ta směřuje do středu Země.
- **Velikost gravitační síly** s rostoucí vzdáleností tělesa od středu Země se zmenšuje.
- Gravitační síla určuje **směr svislý** – určujeme ho olovnicí.
- **Směr vodorovný** je kolmý na směr svislý – určujeme ho vodováhou (libelou).
- **Sílu znázorňujeme** orientovanou úsečkou, označujeme ji F , její jednotkou je newton (N).
- **Sílu měříme** siloměrem.
- **Tíha** je silové působení tělesa na závěs nebo podložku, označujeme ji G a vypočítáme podle vztahu $G = m \cdot g$.

Úkoly

ÚLOHY



- 1. Musí kosmická raketa vyvíjet větší sílu při startu ze Země nebo při startu z Měsíce? Proč?*
- 2. Kdybyste cestovali po různých částech Země, přesným měřením byste zjistili, že kniha, kterou s sebou vezete v batohu, působí na různých místech různou tíhou na batoh. Čím je to způsobeno?*

Úkoly

Práce

**Příklad 2: Zedník zvedl cihlu o hmotnosti 3 kg do výšky 1,2 m.
Jakou při tom vykonal práci.**



Úkoly - řešení

Práce

Příklad 2: Zedník zvedl cihlu o hmotnosti 3 kg do výšky 1,2 m.
Jakou při tom vykonal práci.

Zápis:

$$m = 3 \text{ kg} \rightarrow F = 30 \text{ N}$$

$$s = 1,2 \text{ m}$$

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

Výpočet:

$$W = F \cdot s$$

$$W = 30 \cdot 1,2$$

$$W = 36 \text{ J}$$



Oповěď: Zedník vykonal práci o velikosti 36 J.

Příklad 1

Př. 1 Určete práci, kterou musíme vykonat, abychom po vodorovné podlaze přemístili bednu do vzdálenosti 20 m rovnoměrným pohybem silou 300 N.

$$s = 20 \text{ m}$$

$$F = 300 \text{ N}$$

$$W = ?$$

Př. 1 Určete práci, kterou musíme vykonat, abychom po vodorovné podlaze přemístili bednu do vzdálenosti 20 m rovnoměrným pohybem silou 300 N.

$$s = 20 \text{ m}$$

$$F = 300 \text{ N}$$

$$W = ?$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = 300 \cdot 20 = 6000 \text{ J} = 6 \text{ kJ}$$

Při přemístění bedny vykonáme práci 6 000 J.

Příklad 2

Př. 2 Určete práci, kterou musíme vykonat, abychom svačinu z aktovky o hmotnosti 100 g zvedli na lavici do výšky 1 m.

$$s = 1 \text{ m}$$

$$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$\underline{W = ?}$$

Př. 2 Určete práci, kterou musíme vykonat, abychom svačinu z aktovky o hmotnosti 100 g zvedli na lavici do výšky 1 m.

$$s = 1 \text{ m}$$

$$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$W = ?$$

$$W = F \cdot s = m \cdot g \cdot s$$

$$W = 0,1 \cdot 10 \cdot 1 = 1 \text{ J}$$

Při zvednutí svačiny z aktovky vykonáme práci 1 J.

Příklady k zamyšlení

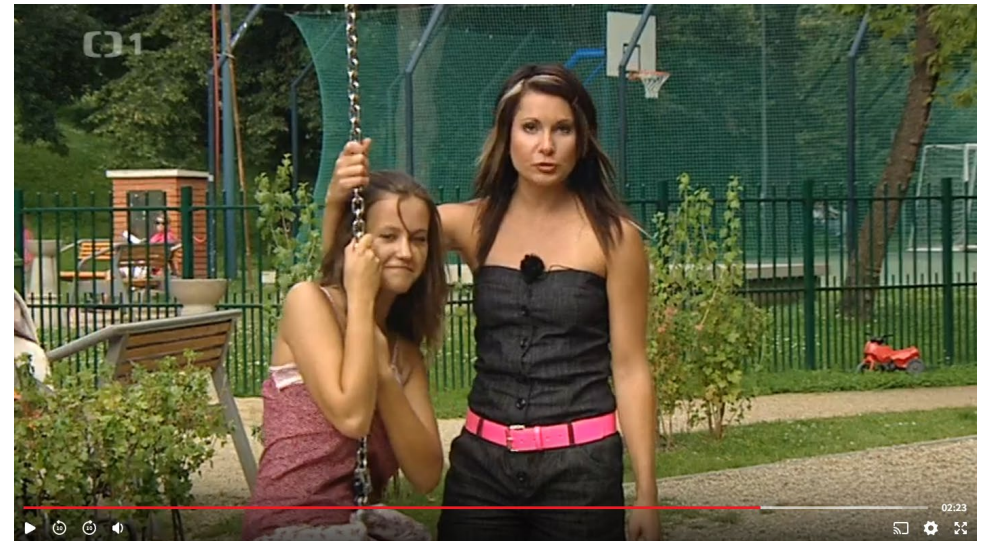
- Držíš v ruce tašku,
- zvedáš tašku na stůl,
- vyjdeš do 1. patra,
- držíš činku nad hlavou 3 minuty,
- nakládáš hlínu do kolečka,
- jedeš na kole po rovině (nešlapeš).

Mechanická práce – nemá směr

Fyzikální veličina „práce“ nemá směr (podobně jako jiné veličiny hmotnost, teplota....)

Veličinám, které nemají směr říkáme **skalární**;

Veličiny, které mají směr označujeme jako **vektorové**.



Rande s Fyzikou: Práce, výkon a energie (ceskatelevize.cz)

Jakou práci koná chlapec, který tlačí vozík silou 120 N a posune ho do vzdálenosti 5m

Analýza úlohy:

Práce závisí na velikosti vynaložené síly a délce posunutí. Protože směr síly a posunutí jsou stejné – vodorovné, použijeme pro výpočet práce vztah $W = F \cdot s$

Řešení:

$$\begin{array}{ll} F = 120 \text{ N} & W = F \cdot s \\ s = 5 \text{ m} & W = 120 \cdot 5 \\ W = ? \text{ J} & W = 600 \text{ J} \end{array}$$

Chlapec vykoná práci 600 J.

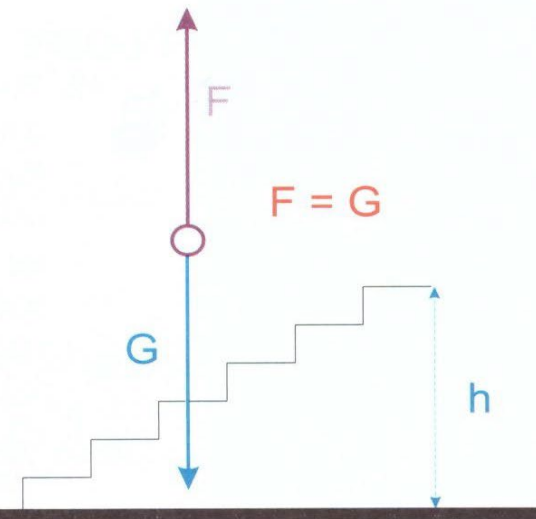
V případě, že počítáme práci při zdvihání tělesa o hmotnosti m do výšky h , potom velikost působící síly F je rovna tíze tělesa $G = m \cdot g$. Posunutí s je rovno výšce h . Vztah pro výpočet práce má tvar:

$$W = F \cdot s = G \cdot h = m \cdot g \cdot h.$$

Na základě této úvahy provedeme také výpočet práce, kterou vykonáme např. při stoupaní vzhůru po schodech (viz obr. 4).

Výpočet tíhy tělesa známe již z předchozího učiva:

$$G = m \cdot g$$



4. Stoupaní po schodech

Příklad:

Jak velkou práci vykonáme, zvedneme-li ze země na lešení ve výšce 1,5 m 50 cihel (hmotnost jedné cihly je přibližně 5 kg)?

Rozbor úlohy:

Práce závisí na velikosti vynaložené síly a délce posunutí. Protože směr síly a posunutí jsou stejné – svislé, použijeme pro výpočet práce upravený vztah $W = m \cdot g \cdot h$. Z fyzikálního hlediska je pro výpočet práce lhostejné, zda bychom zdvihali všechny cihly najednou do výšky 1,5 m nebo postupně 50krát jednu cihlu do stejné výše. Ukážeme si obě možnosti:

Řešení:

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

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

způsob řešení a)

$$m = 50 \cdot m_1$$

$$m = 50 \cdot 5$$

$$\underline{m = 250 \text{ kg}}$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 250 \cdot 10 \cdot 1,5$$

$$\underline{W = 3\,750 \text{ J}}$$

způsob řešení b)

$$W_1 = m_1 \cdot g \cdot h$$

$$W_1 = 5 \cdot 10 \cdot 1,5$$

$$\underline{W_1 = 75,0 \text{ J}}$$

$$W = 50 \cdot W_1$$

$$W = 50 \cdot 75,0$$

$$\underline{W = 3\,750 \text{ J}}$$

Při zvednutí 50 cihel vykonáme práci 3 750 J.

ULOHY



- 1. Vysvětlete rozdíl mezi obecně užívaným významem slova práce a jeho významem ve fyzice.*
- 2. Rozhodněte, který z následujících dějů můžeme označit z fyzikálního hlediska jako práci: traktor táhne pluh a oře; jeřáb drží na laně betonový panel; voda dopadá na lopatky mlýnského kola a tím ho roztáčí; působíme silou na zarezlý šroub, který nejde povolit; hráč košíkové hází míč na koš; ruka drží zmáčknutou kliku od dveří, aniž je otevře.*
- 3. Člověk kráčí s vědrem vody v ruce. Koná jeho ruka práci? Odpověď zdůvodněte.*
- 4. Čtyři žáci nosili do skladu v 1. patře školy kartony s mlékem. Dva z nich nosili vždy po dvou kartonech najednou, druzí dva nosili pouze po jednom kartonu. Vykonalý obě dvojice stejně velkou práci, když si zásilku rozdělily na polovinu?*
- 5. Jak se změní práce, působíme-li stejnou silou (co do velikosti i směru) po dvojnásobné (poloviční) dráze?*



1. Určete, jakou práci jste vykonali při tažení dřevěného kvádru po desce stolu a jakou při tažení dvou (tří) kvádrů po desce stolu. Potřebné údaje zjistěte pokusem. Oba výsledky porovnejte. (Místo kvádrů můžete také použít penál nebo jiné školní pomůcky.)
2. Jakou práci vykoná fotbalista, jestliže při kopnutí do míče působí jeho noha na míč silou 200 N po dráze 15 cm ?
3. Jakou práci vykoná chlapec o hmotnosti 50 kg , vyběhne-li po schodech do 3. patra, tj. do výšky 9 m (viz schéma na obrázku 4)?
4. Jakou práci vykoná motor výtahu při jízdě z přízemí do 8. patra? (V kabině osobního výtahu jsou 3 osoby, každá o hmotnosti 80 kg ; kabina má hmotnost 180 kg . Výška jednoho patra je přibližně 3 m .)
5. Vzpěrač vzepře činku o hmotnosti 220 kg do výšky $2,4\text{ m}$. Jakou práci přitom vykoná, jestliže tyč činky byla před zdvihnutím ve výšce 20 cm nad podlahou?
6. Jakou práci vykoná traktor táhnoucí pluh silou 10 kN , jestliže pole je dlouhé 250 m a traktor se musí otočit 80krát?

Příklady

1. Vypočti práci, kterou vykonáš při zvednutí kýble s vodou (hmotnost obojího dohromady je 7 kg) do výšky 75 cm nad zem. [52,5 J]
2. Jakou práci vykonáš při přemístění bedny o hmotnosti 50 kg po podlaze o vzdálenost 5 m? [2 500 J]
3. Při přemístění bedny do vzdálenosti 30 m jsi vykonal práci 2100 J. Jakou silou jsi musel těleso tahat? [70 N]
4. Zedník má do třetího patra vynést 20 kg cihel. Cihly buď může vynést najednou nebo nadvakrát. Kdy při tom vykoná menší práci? Proč?
5. Jakou práci vykonáme, když zvedáme závaží o hmotnosti 2 kg do výšky 3 m? [60 J]

LEGO příklady výpočtu práce

1. Která ze staveb dala nejvíce práce?
2. Která ze staveb dala nejméně práce?
3. Které stavby by dalo postavit stejnou práci?

