

**Univerzita Hradec Králové**

**Přírodovědecká fakulta**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2024**

**Bc. Kristýna Nepovímová**

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra fyziky**

Podpůrné materiály pro výuku fyziky  
na střední odborné škole

Diplomová práce

Autor: Bc. Kristýna Nepovímová  
Studijní program: N0114A110004 – Učitelství fyziky a matematiky pro střední školy  
Studijní obor: Učitelství fyziky a matematiky pro střední školy  
Vedoucí práce: RNDr. Michaela Křížová, Ph.D.



## Zadání diplomové práce

**Autor:** Bc. Kristýna Nepovímová

Studium: S22FY008NP

Studijní program: N0114A110004 Učitelství fyziky a matematiky pro střední školy

Studijní obor:

**Název diplomové práce:** Podpůrné materiály pro výuku fyziky na střední odborné škole

Název diplomové práce AJ: Supporting materials for teaching physics at secondary vocational schools

### **Anotace:**

Diplomová práce bude zaměřena na tvorbu podpůrných materiálů na vybraná témata pro výuku fyziky na Střední odborné škole a ověření jejich efektivity v praxi. V teoretické části budou shrnuty základní informace o výukových materiálech a využití fyzikálních úloh ve výuce fyziky. V neposlední řadě bude analyzován Školní vzdělávací program vybrané školy a tematický plán předmětu fyzika. V rámci praktické části bude vytvořeno několik podpůrných studijních textů pro výuku fyziky na SOŠ a k nim kontrolní práce na ověření znalostí žáků. Všechny materiály budou ověřeny v pedagogické praxi.

Zadávací pracoviště: Katedra fyziky,  
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Michaela Křížová, Ph.D.

Oponent: doc. RNDr. Jan Kříž, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 11.8.2021

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 19.4.2024



Bc. Kristýna Nepovímová

## **Poděkování:**

Ráda bych poděkovala své vedoucí diplomové práce RNDr. Michaelae Křížové, Ph.D. za její trpělivost při vedení, za veškeré připomínky, rady a podporu nejen při psaní práce, ale i během studia. Poděkování také patří žákům ze třídy P1.C ze Střední průmyslové školy potravinářství a služeb Pardubice, ročník 2023/24, kteří ochotně pracovali se studijními texty a poskytli mi zpětnou vazbu.

## **Anotace**

Nepovímová, K. *Podpůrné materiály pro výuku fyziky na střední odborné škole*. Hradec Králové, 2024. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce RNDr. Michaela Křížová, Ph.D. 109 s.

Diplomová práce je zaměřena na tvorbu podpůrných materiálů na vybraná témata pro výuku fyziky na Střední odborné škole (SOŠ) a ověření jejich efektivity v praxi. V teoretické části jsou shrnuty základní informace o výukových materiálech a využití fyzikálních úloh ve výuce fyziky. V neposlední řadě je analyzován Školní vzdělávací program vybrané školy a tematický plán předmětu fyzika. V rámci praktické části je vytvořeno několik podpůrných studijních textů pro výuku fyziky na SOŠ a k nim kontrolní práce na ověření znalostí žáků. Všechny materiály jsou ověřeny v pedagogické praxi.

## **Klíčová slova**

fyzika, výukové materiály, fyzikální úlohy, střední odborná škola

## **Annotation**

Nepovímová, K. *Supporting materials for teaching physics at secondary vocational schools*. Hradec Králové, 2024. Diploma Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor RNDr. Michaela Křížová, Ph.D. 109 p.

This Diploma thesis is focused on creation of supporting materials of selected subjects aimed for physics classes in Secondary vocational school and to verify their effectiveness in practice. In the theoretical part there is fundamental information about teaching materials and usage of physical tasks in physics classes. Also, there is an analysis of the School educational programme of the selected school and thematic plan of the physics classes. In the practical part there are multiple supporting studying materials for teaching the physics classes in secondary vocational schools as well as control tests to verify the pupils' knowledge. All materials are verified in pedagogical practice.

## **Key words**

physics, teaching materials, physicals tasks, secondary vocational schools

# Obsah

Úvod .....	9
1 Výukové materiály .....	10
1.1 Didaktické prostředky .....	10
1.1.1 Výukové materiály.....	11
1.1.2 Výukové metody.....	11
1.2 Druhy výukových materiálů.....	12
1.2.1 Učebnice.....	12
1.2.2 Didaktický test.....	13
1.2.3 Pracovní listy .....	15
1.3 Tvorba výukových materiálů.....	16
1.3.1 Tvorba didaktických testů.....	16
1.3.2 Tvorba pracovních listů .....	17
1.4 Využití výukových materiálů ve výuce .....	17
2 Fyzikální úlohy.....	19
2.1 Definice fyzikálních úloh .....	19
2.2 Typy úloh.....	19
2.3 Způsoby řešení úloh .....	22
2.3.1 Možnosti obecného řešení .....	22
2.3.2 Strategie řešení.....	23
2.4 Využití úloh ve výuce .....	24
3 Školní vzdělávací program a tematický plán.....	27
3.1 Školní vzdělávací program.....	27
3.1.1 Význam ŠVP .....	27
3.1.2 Skladba ŠVP .....	27
3.1.3 Učební osnovy .....	28
3.1.4 Ukázka učební osnovy předmětu fyzika .....	28
3.2 Tematický plán.....	31
3.2.1 Ukázka tematického plánu.....	32
4 Praktická část .....	36
4.1 Kinematika.....	38
4.2 Rychlost a zrychlení.....	43



4.3	Volný pád a pohyb po kružnici.....	52
4.4	Síly .....	61
4.5	Newtonovy pohybové zákony a hybnost.....	66
4.6	Mechanická práce a energie .....	73
4.7	Výkon, příkon, účinnost .....	79
4.8	Gravitační pole .....	84
4.9	Mechanika tuhého tělesa .....	90
4.10	Mechanika tekutin .....	96
4.11	Hodnocení kontrolních prací.....	104
4.12	Shrnutí praktické části.....	104
	Závěr .....	106
	Seznam použité literatury .....	107
	Seznam příloh .....	109

# Úvod

Během výuky fyziky na Střední průmyslové škole potravinářství a služeb v Pardubicích jsem se setkala s tím, že žákům není doporučována žádná literatura k předmětu fyzika a nemají k dispozici žádné učebnice. Jedinými dostupnými materiály k učení jsou prezentace vyučujících nebo zápisy z hodin na tabuli. Cílem diplomové práce je vytvořit vhodný materiál pro žáky pomáhající jim při učení. Chtěla jsem vytvořit studijní text odpovídající výuce na této škole sloužící žákům jako samostatná výuková pomůcka. Ráda bych vytvořila studijní texty vhodné pro žáky jako podpůrný prostředek v hodinách, pro opakování učiva nebo k přípravě na kontrolní práce. Vypracované materiály mají žáci plně k dispozici a lze s nimi pracovat různými způsoby.

V teoretické části se nejprve zabývám výukovými materiály a fyzikálními úlohami, jelikož k tvorbě studijních textů náleží. Analyzuji také Školní vzdělávací program a tematický plán předmětu fyzika na škole, kde působím. V praktické části se věnuji tvorbě studijních textů, kde jsem vytvořila materiály do výuky fyziky na téma mechanika. Mechaniku jsem zvolila z toho důvodu, že se jedná o úvodní látku v prvním ročníku. Mechanika byla také nejvhodnější i pro včasné vyzkoušení do diplomové práce. Témata jsou řazena dle tematického plánu předmětu fyzika. Studijní text je tvořen základní teorií k daným tématům z mechaniky a pro lepší funkci materiálu jsou v každém z nich obsažena opakování předchozí látky, procvičování a opakování nového učiva. Vše je formou doplňovacích cvičení nebo odkazů na interaktivní výukové stránky. Studijní texty jsou dále doplněny kontrolními pracemi.

Většinu vytvořených materiálů jsem měla možnost vyzkoušet v hodinách. Studijní texty byly žákům k dispozici nejen ve škole přímo ve výuce, ale i na domácí přípravu a procvičování daného učiva. Následně jsme se třídou o textech společně diskutovali a získávala jsem tímto způsobem zpětnou vazbu. Dle potřeb a připomínek žáků jsem studijní texty dopracovala a ujistila se, že materiály jsou pro žáky vhodné.

# 1 Výukové materiály

V práci se věnuji tvorbě studijních textů a kontrolních prací, které lze zařadit mezi výukové materiály, proto je vhodné se jimi v teoretické části zabývat. Vytvořené studijní texty obsahují teorii odpovídající obsahu učebnic, ale i různá cvičení a podpůrné aktivity na osvojení učiva, jež řadíme mezi pracovní listy. Z tohoto důvodu se v následujících kapitolách věnuji právě těmto výukovým materiálům. Výukové materiály souvisí s výukovými metodami, které také neopomím. Vše se řadí mezi didaktické prostředky, o nichž pojednává následující kapitola.

## 1.1 Didaktické prostředky

Učitelé často používají různé učební nástroje a techniky pro zajištění poutavé výuky a efektivnější učení, k tomu využívají rozmanité didaktické prostředky. Didaktické prostředky můžeme chápat v širším slova smyslu jako souhrn veškerých nástrojů, metod, technik a materiálů sloužících k dosažení vytyčených cílů. V užším slova smyslu se jedná o souhrn konkrétních materiálů, nástrojů nebo technik materiální povahy dosahujících zvýšení efektivity ve výuce. Existují prostředky materiální povahy, např. tabule, pracovní sešity, učebny a prostředky nemateriální povahy, např. vyučovací metody a formy. Při práci s didaktickými prostředky je zapotřebí, aby byly využívány účelně a práce s nimi měla smysl. [10]

Mezi materiální didaktické prostředky můžeme zařadit i učební pomůcky označující předměty napodobující realitu, jež vedou k větší názornosti učiva. Zároveň usnadňují výuku a pomáhají lepšímu pochopení a osvojení učiva. Po využití jakékoli učební pomůcky je vhodné zajistit zpětnou vazbu a ověřit její efektivní využití ve výchovně vzdělávacím procesu. [10]

Materiální didaktické prostředky můžeme členit do několika skupin [10]:

### I. Učební pomůcky:

- a. Originální předměty a reálné skutečnosti, kam řadíme přírodniny, výtvary a výrobky, jevy a děje.
- b. Zobrazení a znázornění předmětů a skutečností zahrnující modely, školní obrazy, mapy a další.
- c. Textové pomůcky, mezi něž řadíme učebnice, pracovní sešity, časopisy, tabulky a další.
- d. Pořady a programy prezentované didaktickou technikou.
- e. Speciální pomůcky: žákovské experimenty a pomůcky pro tělesnou výchovu.

### II. Didaktická technika:

K ní lze zařadit auditivní, vizuální, audiovizuální techniku a techniku řídicí a hodnotící.

### III. Organizační a reprodukční technika skládající se z počítačů, kopírek, tiskáren a dalších technik.

#### IV. **Výukové prostory a jejich vybavení.**

#### V. **Vybavení učitele a žáka.**

##### 1.1.1 **Výukové materiály**

Z členění didaktických prostředků vyplývá, že výukové materiály jsou jejich součástí a přispívají k úspěšné výuce a učení. Termín výukový materiál se používá k označení jakéhokoliv materiálu využitelného ve výuce. Může se jednat o předávání učiva prostřednictvím učebnic, o pracovní listy určené k samostatné práci žáků a didaktické testy k ověření znalostí žáků. Zároveň tvorba i následné využití výukových materiálů slouží jako příprava vyučujícího na vyučování.

Záleží na každém učiteli, jaký výukový materiál zvolí ve svých hodinách, jaký typ výukového materiálu upřednostní a jak výukový materiál zapadá do uplatněné metody práce učitele v hodině. Dále záleží na typu výukového materiálu a také na tom, jak zrovna zapadá do uplatňované metody učitele v hodině. Při výběru výukového materiálu je zapotřebí také zohlednit studijní předpoklady žáků, jejich kolektiv a náročnost probíraného učiva. [1]

Vhodný výukový materiál by měl splňovat několik vlastností. Měl by být názorný, pro žáky zajímavý a neobvyklý formou zpracování. Materiál by měl mít užitečnou hodnotu. Žákům by měl být srozumitelný a jeho užití by nemělo být složité. [14]

##### 1.1.2 **Výukové metody**

Jak již bylo zmíněno, mezi nemateriální didaktické prostředky řadíme i výukové metody. Ty jsou úzce propojeny s využitím výukových materiálů. „*Výuková metoda je záměrný postup nebo způsob didaktického uspořádání obsahu výuky, vyučovací činnosti učitele a učebních aktivit žáků, který směřuje k dosažení stanovených cílů výuky v souladu s didaktickými zásadami a se zásadami organizace výuky.*“ [25]

Existuje několik způsobů dělení výukových metod, ale pro pedagogickou praxi je nejvhodnější dělení dle fází výuky, tedy výchovně – vzdělávacího procesu: [10]

#### I. **Fáze motivační**

V úvodu vyučovací hodiny je zapotřebí motivovat žáky k dalšímu průběhu výuky. Motivace může proběhnout formou ukázky experimentu, připraveného pracovního listu s tajenkou apod.

#### II. **Fáze expoziční**

V této fázi dochází k přenosu nových poznatků žákům. Může se jednat o přímý přenos z učitele na žáka monologickou metodou jako je např. vyprávění a vysvětlování. Další možností je přenos poznatků pomocí názorné ukázky, kam se řadí např. exkurze, experimenty a laboratorní práce. Dalšími metodami jsou metody problémové povahy, projektové metody a metody samostatné práce.

#### III. **Fáze fixační**

Následuje opakování a procvičování vědomostí a dovedností. Vědomosti můžeme opakovat např. pomocí metod otázek a odpovědí, využitím diktátů,

laboratorních prací nebo za pomoci sbírek úloh. Dovednosti jsou poté procvičovány využitím pohybových nebo rozumových aktivit. V obou případech se k procvičení dají využít pracovní sešity a listy.

#### IV. **Fáze diagnostická a hodnotící**

Dále dochází k vyhodnocení získaných dovedností a vědomostí využitím didaktických testů, ústního zkoušení nebo hodnocení vytvořeného produktu.

#### V. **Fáze aplikační**

Jedná se o vyvrcholení výuky. Získané vědomosti a dovednosti se prohlubují a dochází k vědomému využívání poznatků.

## 1.2 **Druhy výukových materiálů**

V dnešní době se často klade důraz na výuku zaměřenou na žáka a na jeho schopnosti. Žáci potřebují stále větší množství materiálů pomáhajících jim zlepšit jejich schopnost učit se samostatně nebo ve skupině. Učení se novým myšlenkám je jednodušší, pokud má žák k dispozici materiály související s probíranou látkou. S využitím vhodných materiálů se žák může učit sám a mít absolutní kontrolu nad rychlostí učení. [14]

Učitelé mají v dnešní době k dispozici několik různých druhů výukových materiálů, které mohou ve svých hodinách využívat. Mezi základní výukové materiály můžeme zařadit: [13]

- učebnice,
- pracovní sešity pro žáky,
- metodické materiály pro učitele,
- prezentace,
- webové stránky,
- materiály pro e-learning.

Jednotlivé druhy výukových materiálů může škola získávat v hotové podobě od výrobců, nebo si je učitel může vytvářet sám dle svých potřeb.

### 1.2.1 **Učebnice**

V širším slova smyslu můžeme učebnice chápat jako knihy tvořené cíleně pro školní praxi. Učebnice můžeme považovat za: [22]

- kurikulární objekt,
- zdroj obsahu vzdělávání pro žáky,
- didaktický prostředek pro učitele.

Učebnice se jako kurikulární objekt označuje proto, že je omezena podle představ tvůrců kurikula. Hlavní roli při tvorbě učebnic tedy hraje Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy, a soukromá nakladatelství. Prostřednictvím kurikulárních dokumentů se stát snaží zajistit plnohodnotné a srovnatelné vzdělávání pro všechny žáky povinné školní docházky. *„Učebnice musí být v souladu s kurikulárními dokumenty, ale tyto standardy jsou vymezeny pouze pro závěr vzdělávacího cyklu*

*a ponechávají tak značnou volnost pro rozvržení učebnic na ročníky a pro volbu metodického postupu. To způsobuje značné rozdíly ve strukturaci učiva v učebnicích.“* [16]

V pedagogické praxi se učebnice považuje za jeden z druhů didaktických prostředků. Můžeme vymezit tři základní funkce učebnice: [22]

- I. **Prezentace učiva:** učebnice lze považovat za soubor informací prezentovaných žákům různými formami.
- II. **Řízení učení a vyučování:** učebnice může řídit žákovo učení formou pokládání otázek, doplňovacími cvičeními nebo zadáním úloh. Dále učebnice může řídit učitelovo vyučování z pohledu tematických celků a časové náročnosti učiva.
- III. **Funkce organizační:** učebnice informuje pomocí pokynů a obsahu o způsobech svého využívání.

Didaktické zpracování učebnic plní základní funkce ve vyučovacím procesu. Mezi základní funkce řadíme: [10]

- poznávání nových poznatků – expozice učiva,
- upevňování a kontrola – procvičovací úlohy, cvičení a správná řešení,
- funkce motivační – motivační text a obrazové materiály,
- funkce výchovná,
- funkce orientační – orientace v předmětu.

V každé učebnici nalezneme základní učivo doplněné obrázky, otázkami, úlohami, experimenty apod. V dnešní době existuje mnoho učebnic, a proto je potřeba posoudit kvalitu vybíraných učebnic do výuky. Z pozice učitele se jedná hned o několik posuzovaných hledisek. Záleží na pojetí výkladu jednotlivých pojmů, na srozumitelnosti a jazyku učebnice, na logické stavbě a návaznosti výkladu, na kvalitě ilustrací a na možných chybách v nich uvedených. [25]

### 1.2.2 Didaktický test

Didaktický test je jedním ze způsobů, jak ověřit zvládnutí učiva a dosažení plánovaných vzdělávacích cílů. Jedná se o zpětnou vazbu pro učitele i žáky a o osvojení si dovedností a vědomostí. *„Didaktický test je vyzkoušený (ověřený) soubor opakovaně použitelných úloh z učiva tak, aby z průběhu a výsledků měření bylo možné objektivně zjistit stupeň a kvalitu osvojených vědomostí, získaných dovedností a rozvoje myšlenkových schopností žáků.“* [25]

Ve školské praxi se setkáváme s didaktickými testy různé kvality, náročnosti a různého druhu. Didaktické testy můžeme dělit dle dokonalosti přípravy na **standardizované a nestandardizované**. Součástí standardizovaných testů je testový standard sloužící k interpretaci dosažených výsledků. Jedná se o profesionálně připravené testy ověřující se na velké skupině žáků a dochází k porovnávání výsledků. Takovým příkladem mohou být maturitní didaktické testy.

Učiteléské testy využívané v hodinách řadíme mezi nestandardizované testy sloužící ke zjišťování stavu vědomostí na menším počtu žáků. [4]

Dle měřené charakteristiky výkonu dělíme testy na **testy rychlosti a testy úrovně**. Testy rychlosti zjišťují, jakou rychlostí jsou žáci schopni řešit určitý typ úlohy. Testy mají pevně stanovený časový limit pro řešení a předpokladem je znalost daného tématu žáky. Testy úrovně nepoužívají časové omezení, úlohy bývají často gradované a zjišťují úroveň vědomostí. Tyto testy bývají nejčastěji využívány ve školách. [4]

Dále didaktické testy dělíme dle interpretace výkonu na **testy rozlišující a ověřující**. U rozlišujících testů (NR testy = norm-referenced test) se určuje výkon žáka vzhledem k populaci testovaných. Příkladem takového testu mohou být přijímací zkoušky na střední školy. Ověřující testy (CR testy = criterion-referenced test) mají za úkol prověřit úroveň vědomostí a dovedností žáka v přesně vymezené části učiva. Testovaný žák není porovnáván s výkonem ostatních. Výsledkem žáka je pouze úspěch nebo neúspěch. Příkladem takového testu mohou být zkoušky v autoškole. [[25],[4]]

Posledním hlediskem dělení je časové zařazení do výuky. Zde lze rozlišit **testy vstupní, průběžné a výstupní**. Vstupní testy jsou zařazeny na úvod výuky nebo určitého celku a jejich úkolem je zjistit úroveň zvládnutého učiva. Průběžné testy jsou zadávány v průběhu výuky a slouží jako zpětná vazba. Výstupní testy se zadávají na konci výuky nebo určitého celku a poskytují informace k hodnocení žáků. [4]

Jednotlivé úlohy testu nazýváme položky testu. Základním dělením testových úloh (položek) jsou **úlohy otevřené a uzavřené**.

U otevřených úloh si vytváří každý žák svoji vlastní odpověď. Odpovědí může být jedno slovo, slovní spojení, jedna nebo více vět. Čím více je úloha otevřená, tím hůře se hodnotí. Otevřené položky mohou být různého typu: [31]

- **úlohy doplňovací** – úkolem je doplnit chybějící prvky,
- **úlohy s krátkou odpovědí** – např. jedno slovo nebo výsledek úlohy,
- **úlohy s širší odpovědí** – např. odvození důkazu,
- **praktické úlohy** – projekt zahrnující získání dat, jejich vyhodnocení a interpretace.

Uzavřené úlohy mají jednu nebo více správných odpovědí, které jsou žákům nabídnuty. Uzavřené položky mohou být též různého typu: [31]

- **úlohy s dvoučlennou volbou** – žák volí ze dvou možností, např. mezi ano a ne,

- **úlohy s vícenásobnou volbou** – úloha obsahuje nabídku odpovědí, z nichž může být jedna nebo více správných,
- **úlohy situační** – odpovědi jsou nabízeny nepřímo, např. z grafu,
- **úlohy přiřazovací** – úkolem je přiřadit k sobě odpovídající dvojice dle zadaného pravidla,
- **úlohy uspořádací** – úkolem je seřadit pojmy nebo čísla dle zadaného pravidla.

Od didaktických testů se vyžaduje, aby byly dobrým nástrojem ke zjišťování znalostí a vědomostí žáků. To znamená, že test musí splňovat určité náležitosti. Mezi základní vlastnosti dobrého didaktického testu patří: [[8], [25]]

- I. **Validita** (platnost) se zaměřuje na to, že je zkoušeno to, co má být ve skutečnosti zkoušeno. Jedná se o nejdůležitější vlastnost testu.
- II. **Reliabilita** (spolehlivost) vyjadřuje spolehlivost a přesnost testu. Zadáme-li test znovu žákům za skoro stejných podmínek dojde k získání stejných výsledků.
- III. **Objektivita** zajišťuje nezaujaté posouzení výsledků a zajištění rovnocenných podmínek.
- IV. **Senzitivita** (citlivost) vyjadřuje citlivost testu. Test může být citlivý, jestliže dle výsledků testů lze rozlišit žáky na žáky s lepšími a horšími vědomostmi.
- V. **Ekonomičnost a praktičnost** vyjadřuje úsporu času pro učitele a test by měl mít jednoduché a rychlé zadávání a vyhodnocování.

Učitel může ve své výuce uplatňovat testy, které si sám vytvoří nebo získá od kolegů či zakoupí v knižní podobě jako přílohu k učebnicím. Využívání didaktických testů by mělo být objektivní a učitel by neměl hodnotit žáky jen na základě testů. „Mezi zásadními nevýhodami didaktických testů je třeba jmenovat především dvě (které spolu souvisí): omezenost vzdělávacích výsledků, které jsou didaktické testy schopny postihnout, a deformaci vzdělávacích cílů a obsahů, kníž může při použití didaktických testů docházet.“ [31] Mezi výhody didaktických testů řadíme srovnávání zjištěných výsledků vzdělávání a široké využití testu za určitých proměnných podmínek. [31]

### 1.2.3 Pracovní listy

Hlavním znakem pracovních listů je, že neobsahují výklad jako učebnice, ale jedná se o list papíru s vytvořeným souborem úloh, jež slouží žákovi k procvičení učiva. Pracovní listy mohou obsahovat různé úlohy, jako jsou např. příklady, otázky, doplňovačky a experimenty. Hlavním úkolem pracovních listů je procvičování a opakování probíraného učiva, protože při opakování dochází k lepšímu zapamatování. Pracovní listy řadíme mezi důležité didaktické prostředky, protože slouží ke snadnějšímu pochopení učiva. Často bývají motivací pro žáky a podporují samostatnost a tvořivost. [15]

Výhodou pracovních listů je jejich využití při skupinové nebo individuální práci. Pracovní listy slouží k procvičování a fixaci učiva a bývají také dobrým nástrojem



zpětné vazby pro učitele. Mezi výhody řadíme jejich přehlednost, poutavost, možnost testy různě modifikovat, a především schopnost aktivizovat žáky. Mezi nevýhody lze zařadit časté používání při individuální práci, ztrácí se tak kontakt se zbytkem třídy a s učitelem. [15]

Pracovní listy můžeme nalézt v různých podobách. Liší se zpracováním, účelem jejich využití a také náročností. „V závislosti na využití pracovních listů je možné uvést následné dělení:“ [15]

- **Pracovní listy didaktizované** – klasické, které slouží k pochopení učiva v souvislostech a k opakování a procvičení.
- **Předtištěný test** slouží jako zpětná vazba o zvládnutí daného učiva učiteli nebo žákovi.
- **Návody a technologické postupy** pro různé pokusy nebo tvoření výrobků.
- **Omalovánky a vystřihovánky.**

Další dělení může být dle cíle využití, kdy rozlišujeme pracovní listy pro vyhledávání a zpracování informací, pro opakování učiva po delší době, pro procvičování a pro zjišťování vědomostí. [15]

### 1.3 Tvorba výukových materiálů

Dostupné materiály jako jsou např. učebnice a pracovní sešity, jsou vhodným výukovým materiálem pro zaneprázdněné učitele. Najdou se učitelé, kteří se rozhodnou, že jim takové výukové materiály nestačí a zvolí si vlastní tvorbu materiálů. Každý materiál by měl být přizpůsoben potřebám a schopnostem cílové skupiny žáků. Otázkou ale je, jak takový materiál vytvořit. Zde je několik tipů: [18]

- Učitelé by si měli jasně definovat cíle, co přesně chtějí žáky naučit, a pro efektivitu materiálů si jasně určit, co by mělo být výsledkem.
- Výhodou vlastní tvorby materiálů je uzpůsobení obsahu a vybrání takových informací, které budou pro žáky přínosné a dobře zapamatovatelné.
- Výukový materiál by měl být srozumitelný a přehledný. Lze využít různé interaktivní prvky a materiál také doplnit obrázky a grafy, zapojit žáky do procesu učení formou otázek a úkolů, které by neměly být příliš komplikované.
- Materiály je nutné vyzkoušet, aby se zjistilo, zda splňují očekávání.
- Při použití materiálů se žáky je nutné jejich reakce sledovat, zjistit nedostatky a materiály případně upravit.
- Umožnit žákům přístup k materiálu a aktualizovat materiál podle nových poznatků.

#### 1.3.1 Tvorba didaktických testů

Mezi výukové materiály řadíme i didaktické testy. Lze využít testy kolegů, testy zakoupené s učebnicí, ale je možné vytvářet i didaktické testy vlastní. Tvorba testu musí projít určitým postupem, který můžeme rozdělit do tří etap: [25]

- plánování testu,
- konstrukce testu,
- ověřování a optimalizace testu.

V etapě plánování testu si musíme určit, k jakému účelu náš test bude sloužit. Účelem může být např. zjišťování vědomostí na konci tematického celku. Do plánování řadíme i rozhodnutí o počtu úloh, druhu úloh a kolik bude správných odpovědí. Dále musíme naplánovat, co bude obsahem takového testu. V další části musíme promyslet konstrukci testu, jedná se o to, jaký druh úloh využijeme. Podle odpovědí rozlišujeme úlohy otevřené a uzavřené, viz kapitola o didaktických testech. Poslední etapou je ověřování a optimalizace testu. V této části už se testy vyzkouší na souboru žáků a dojde tak k ověření úloh. Cílem je zjistit náročnost testu, nejasnosti, chyby a dle výsledků provést úpravy úloh nebo vyřazení nevhodných úloh. [25]

Při tvorbě didaktických testů je důležité, aby v nich byla jednoznačně určena kritéria, co se v jednotlivých otázkách po žácích požaduje. Je zapotřebí jasně formulovat otázky nebo před zahájením psaní testu formulovat požadavky, např. u otevřených úloh – kolik toho mají napsat, při vyjmenovávání vlastností – kolik jich je požadováno, u úloh s volbou odpovědí – kolik jich je správně atd.

### **1.3.2 Tvorba pracovních listů**

Při tvorbě pracovních listů je zásadní, aby byl pro žáky přínosný, a proto je jeho tvorba doprovázena několika zásadami. Text by měl být pro žáky graficky přitažlivý, zábavný, jednoduchý a přehledný. Měl by obsahovat jasné a srozumitelné věty a zadání. Text by měl být dobře čitelný, proto je vhodné promyslet správnou velikost použitého písma, a měl by obsahovat gradované úlohy, jež vedou žáky k přemýšlení. V pracovním listě by měl být dostatek místa pro zápisky a odpovědi žáků. Vhodné je i myslet na ekonomičnost a tvořit pracovní listy tak, aby se při tisku šetřilo barvou a papíry. [15]

## **1.4 Využití výukových materiálů ve výuce**

Kvalitní výukové materiály jsou nezbytnou součástí moderní výuky a mohou přispět k úspěšnému učení žáků. Významem výukových materiálů je učinit výuku zajímavou a pokusit se učení žákům usnadnit. Využití výukových materiálů ve výuce má několik výhod. Výukové materiály mohou zlepšit výsledky žáků tím, že podporují učení. Pokud má žák k dispozici kvalitní výukový materiál, může lépe porozumět učivu a usnadnit si tím zapamatování informací. Výukové materiály také přispívají k plánování výuky a jejímu průběhu. Má-li učitel k dispozici kvalitní výukový materiál, může si tak ušetřit čas při přípravě na hodinu. Výukové materiály také pomáhají učiteli v diferenciaci výuky, tj. přizpůsobení výuky různým stylům učení a schopnostem žáků. Různé materiály umožňují žákům lépe porozumět danému učivu a lze je přizpůsobovat individuálním potřebám žáků. [23]

Kladnou vlastností je i zpětná vazba poskytující učiteli sledování pokroku žáků, ale také dostupnost výukových materiálů, která v dnešní době už nemusí být závislá jen na papírové formě. V dnešní době existuje řada appletů, aplikací a webových stránek k tvorbě výukových materiálů a aktivit, nebo jsou i další možnosti, jak získat již vytvořené výukové materiály.

## 2 Fyzikální úlohy

Řešení úloh je nedílnou součástí výuky fyziky. Při řešení fyzikálních úloh si žáci upevňují a prohlubují své poznatky a lze je využít k propojení praxe s teorií. Většina učebnic fyziky obsahuje úlohy řešené nebo neřešené s výsledky, tedy i moje studijní texty jsou tvořeny úlohami, jež v hodinách využívám. Existuje řada typů úloh a řada způsobů, jak úlohy řešit, což naznačí následující kapitola.

### 2.1 Definice fyzikálních úloh

Učební úloha je soubor požadavků kladených na žáka v různých podobách. Jedná se o každou pedagogickou situaci vytvořenou pro žáky za cílem dosažení určitého výukového cíle. Mějme na paměti, že ve fyzice neoznačujeme úlohu jako příklad. Příkladem může být např. soubor vyjmenovaných situací odpovídající nějakému fyzikálnímu jevu. [28]

*„Fyzikální úloha je formulace požadavku na činnost žáka, kterou žák provádí za daných předpokladů a podmínek, a to poměrně složitou a bohatě strukturovanou aktivitou, která přispívá ke správnému chápání podstaty fyzikálních jevů a příčinných souvislostí mezi těmito jevy.“* [25] To vše se projevuje v procesu řešení, které je zakončené nalezením výsledku. [25]

Fyzikální úlohy rozvíjí myšlení žáků, dochází k procvičování a osvojování poznatků a výsledek úloh plní funkci poznávací. Řešení fyzikálních úloh plní dále **funkci motivační**, kde vzbuzujeme vhodně zvolenou úlohou zájem žáka o učivo a jeho aplikaci, **funkci výchovnou**, protože vedeme žáky k pečlivosti při řešení a **funkci kontrolní**, jelikož má žák kontrolu nad svými znalostmi. [25]

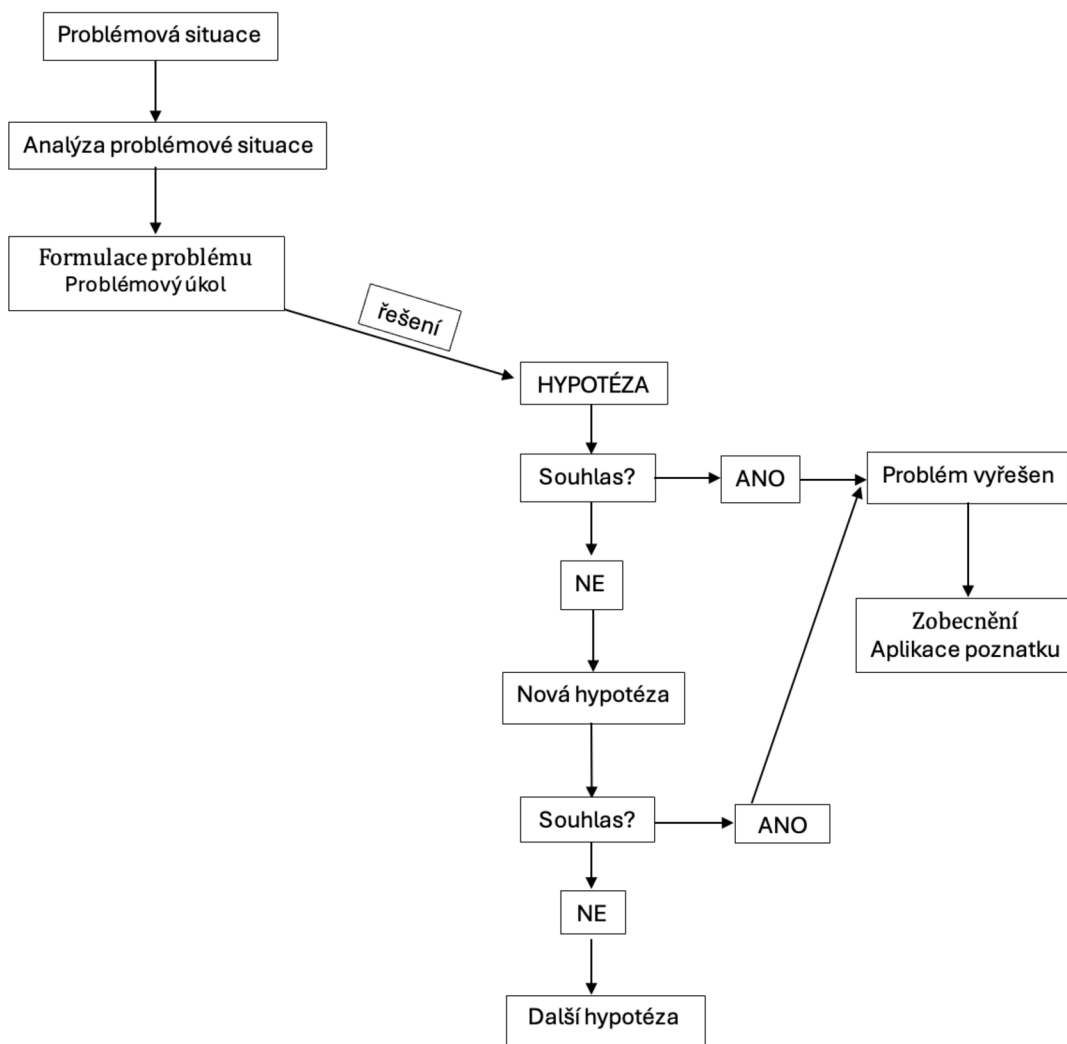
Proces řešení fyzikálních úloh závisí na schopnostech žáků a na jejich přístupech k řešení. Proces je také ovlivněn druhem zadané úlohy a formou jejího řešení. Při výběru úloh musíme zohlednit individualitu a schopnosti žáků a celé třídy. [25]

### 2.2 Typy úloh

Každá klasická fyzikální úloha je složena ze dvou částí. První část tvoří **popis situace**, kdy máme zadané potřebné údaje různým způsobem. Druhá část je tvořena **otázkou nebo příkazem**, které vedou k řešení úlohy. Pokud jsou v úloze zadané veškeré potřebné údaje, jedná se o **úlohy s úplným zadáním**. Takové úlohy se objevují nejčastěji. Pokud se zadání či řešení úlohy vychyluje od tradičních úloh, nazýváme je úlohy netradičního typu a řadíme sem **úlohy s neúplným zadáním a problémové úlohy**. [25]

U **úloh s neúplným zadáním** se v popisu neobjevují všechny předpoklady k řešení. Může se jednat např. o chybějící veličinu, kterou jsou žáci schopni dohledat v tabulkách, nebo o posouzení pozorovaného jevu. [25]

**Problémové úlohy** navozují problémovou situaci a vznikají problémové otázky, k nimž je potřeba nalézt odpovědi. „Problém je zpravidla charakterizován jako teoretická nebo praktická obtíž, kterou je potřeba řešit vlastním aktivním zkoumáním, aktivizací myšlenkové činnosti.“ [25] Řešení problémové situace: [25]



Obr. č. 1: Schéma řešení problémové situace

Podle formální povahy můžeme dělit úlohy na kvantitativní a kvalitativní. **Kvantitativní úlohy** jsou více rozšířené a ve školách nejvíce využívané. Slouží jako procvičení látky, jelikož v nich žáci nejčastěji využívají nové vztahy nebo vyjádření ze vztahu pro výpočet úlohy. Výhodou takových úloh je jednoznačný výsledek a žáci jsou na ně zvyklí. Nevýhodou je, že žáci k řešení používají naučený algoritmus a nemusí tak chápat fyzikální souvislosti a jevy s tím spojené. Často při naučeném postupu řešení žáci nevyužívají kritické myšlení a neuvědomí si ani, že jim vyšel nesmyslný výsledek. Mezi kvantitativní úlohy se řadí např. výpočet rychlosti nebo zrychlení v kinematice, určení indexu lomu v optice nebo výpočty napětí a proudu v elektřině. **Kvalitativní úlohy** nepožadují matematické odvozování vztahů, ale jsou zaměřeny na fyzikální zákony a jevy. Výhodou takových úloh je rozvíjení logického myšlení a aktivizace žáků. Nevýhodou je časová náročnost na přípravu. Pokud žáci

nemají návyk takové úlohy řešit, mohou jim působit problémy. Mezi kvalitativní úlohy můžeme řadit např. rozpoznání a popis fyzikálních jevů v různých situacích, např. tepelné roztažnosti, elektromagnetické indukce nebo proudění tekutin, dále sem lze zařadit i porozumění a interpretaci grafů. [7]

### **Třídění úloh podle jejich operační struktury: [25]**

1. úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
  - a. úlohy na znovupoznání
  - b. úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
  - c. úlohy na reprodukci zákonů, definic, norem, pravidel apod.
  - d. úlohy na reprodukci větších textových celků
2. úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky
  - a. úlohy na zjišťování faktů
  - b. úlohy na vyjmenování a popis faktů
  - c. úlohy na vyjmenování a popis procesů a způsobů činnosti
  - d. úlohy na rozbor a skladbu
  - e. úlohy na porovnání a rozlišování
  - f. úlohy na třídění
  - g. úlohy na zjišťování vztahu mezi fakty
  - h. úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování
  - i. úlohy kvantitativní, rutinní
3. úlohy vyžadující složitější myšlenkové operace s poznatky
  - a. úlohy na překlad
  - b. úlohy na výklad
  - c. úlohy na vyvozování
  - d. úlohy na odvozování
  - e. úlohy na dokazování a ověřování
  - f. úlohy na hodnocení
4. úlohy vyžadující sdělení poznatků
  - a. úlohy na vypracování přehledu, výtahu, obsahu apod.
  - b. úlohy na vypracování zprávy, pojednání, referátu
  - c. samostatné písemné a grafické práce, výkresy, projekty apod.
5. úlohy vyžadující tvořivé myšlení
  - a. úlohy na řešení praktických situací
  - b. úlohy na řešení problémových situací
  - c. kladení otázek a formulace úloh
  - d. úlohy na objevování na základě vlastního pozorování
  - e. úlohy na objevování na základě vlastních úvah

Podle vnější formy řešení můžeme dále členit úlohy na **ústní z paměti, ústní se zápisem, písemné úlohy, testy a experimentální úlohy**. Výhodou experimentálních úloh je propojení znalostí a dovedností žáků. Pro žáky mohou být zajímavé a dají se řešit individuálně nebo ve skupinách. Nevýhodou je časová náročnost na přípravu i na samotnou realizaci. [25]

## 2.3 Způsoby řešení úloh

Existuje několik způsobů, jak přistupovat k řešení fyzikálních úloh. Každý způsob má své výhody i nevýhody. Ve volbě způsobu řešení úlohy musíme zohlednit druh zadané úlohy a složitost nastoleného problému. Často se kombinují různé způsoby řešení pro dosažení lepšího porozumění fyzikálních jevů. Níže jsou uvedeny specifické znaky jednotlivých řešení úloh. [[25],[26]]

### I. Heuristický rozhovor

Tento způsob je vhodný při řešení jednoduchých fyzikálních úloh. Jedná se o ústní řešení problémových úloh. Dochází k získávání hlubšího porozumění myšlenek, postojů a zkušeností. Pro učitele je tento způsob náročný, jelikož musí vyslechnout názory žáků na řešení a nepředkládat žákům svá řešení, proto tento způsob může být náročný i z časového hlediska. Učitel musí žáky pouze vést k vhodnému řešení např. návodnými otázkami.

### II. Aritmetický způsob řešení

Tímto způsobem se navazuje na výuku matematiky, jelikož se řeší úlohy pomocí matematických úsudků, poměrů a trojčlenek. Tento způsob se nejvíce využívá v úvodních hodinách fyziky, kdy se s ním žáci poprvé setkají a nepoužívají zatím jednotlivé fyzikální vztahy. Žáci si začínají osvojovat vztahy mezi fyzikálními veličinami a jejich jednotkami.

### III. Geometrický způsob řešení

Zde musí žáci ovládat základní věty geometrie a trigonometrie. Část řešení je tvořena geometrickou konstrukcí zachycující vztahy mezi veličinami zadanými a hledanými, a to je rozdíl od grafického způsobu řešení.

### IV. Grafický způsob řešení

Zde je využita konstrukce grafů nebo vektorů a volí se vhodné měřítko. Žáci musí být na grafické řešení úloh dobře připravení, jinak je pro ně tento způsob obtížný. Grafický a geometrický způsob řešení úloh je často podobný a není potřeba je striktně rozdělovat.

### V. Algebraický způsob řešení

Tento způsob se nazývá jako obecný. Provádějí se zde algebraické operace s veličinami. Je vhodný při spojování více fyzikálních vztahů dohromady. Výsledný vztah pro výsledek obsahuje na jedné straně hledanou veličinu a na straně druhé zadané veličiny. Nevýhodou tohoto postupu je nedostatečná znalost matematiky u žáků a problém tak odvodit potřebný vztah k výpočtu. Naopak výhodou je, že tento způsob lze využít pro celou skupinu úloh.

#### 2.3.1 Možnosti obecného řešení

V pedagogické praxi můžeme nalézt učitele, kteří fyzikální úlohy ve výuce uplatňují různými způsoby. Je možné nalézt učitele vyhýbající se řešení úloh ve výuce, ti ochuzují žáky o využívání teoretických poznatků k řešení úkolů. Jiní učitelé s žáky využívají rozmanitě zadané úlohy a různé způsoby řešení, a někteří se drží pouze algebraického řešení. Zde je několik možností algebraického řešení: [[25],[26]]

- **Řešení podle hotového vzorce**  
Při řešení fyzikální úlohy dochází k posouzení, o jaký fyzikální jev nebo zákonitost se jedná a poté k vybavení naučeného vztahu. Důležitý je správný zápis jednotek, veličin a vztahů při řešení. Tímto způsobem dochází k mechanickému řešení fyzikální úlohy.
- **Syntetický způsob řešení**  
Tento způsob vychází z principu „od známého k neznámému“. Při řešení vycházíme ze zadaných veličin a známých vztahů. Dochází ke spojování veličin s dalšími neznámými a cílem je odvodit vztah, kde na jedné straně máme hledanou neznámou a na straně druhé všechny známé veličiny. Někdy se při tomto způsobu využívají přibližné mezivýsledky, které se potom dosazují do dalších vztahů.
- **Analytický způsob řešení**  
Zjednodušeně řečeno, úlohu nejprve řešíme v obecné rovině a poté dochází k dosazování jednotlivých hodnot. Vztah pro hledanou veličinu je východiskem pro další postup řešení. Důležitá je analýza úlohy, při složitějších úlohách je vhodné řešení rozdělit na řadu menších problémů.

### 2.3.2 Strategie řešení

Při řešení úloh je důležité naučit žáky správný postup, kterým se dostanou k výsledku. Úspěšné řešení fyzikální úlohy závisí na znalosti učiva, na matematických dovednostech a na osvojení strategie, jak takové úlohy řešit. „Strategie řešení fyzikálních úloh zahrnuje u většiny úloh několik zásadních kroků, které bychom měli aplikovat také v uvedeném pořadí. Samozřejmě ne všechny úlohy musejí obsahovat všechny jednotlivé kroky.“ [6]

Strategie řešení kvantitativních fyzikálních úloh: [[25],[6]]

1. **Pozorné čtení textu**  
Při pečlivém přečtení zadání se řešitel snaží porozumět všem pojmům a použitým veličinám.
2. **Zápis zadání úlohy**  
Ze zadání vypíšeme veškeré známé veličiny s jednotkami dle smluvených značek. Je-li potřeba, jednotky převedeme. Zapíšeme i veličinu, kterou hledáme a její hodnotu nahradíme otazníkem. Pokud nám nějaká konstanta chybí, vyhledáme ji v tabulkách. Zadání můžeme zapsat dvěma způsoby, tj. zadané veličiny píšeme vedle sebe do řádku, nebo se píšou pod sebou do sloupce.
3. **Náčrt situace**  
Některé úlohy mohou být zadané obrázkem nebo je vhodné si k nějakým úlohám obrázek načrtnout. Náčrt se nejvíce využívá při řešení úloh, kde je zdlouhavé nebo nesrozumitelné zadání. V obrázku je vhodné si zadané veličiny zvýraznit.
4. **Fyzikální rozbor situace**  
Na základě zadání a zápisu úlohy zhodnotíme, o jaký problém se jedná, a jak ho budeme řešit. Tato část je nejdůležitější, ale občas také nejvíce složitá. Je



důležité si uvědomit, jakou fyzikální situaci řešíme, a jaké vztahy využijeme pro výpočet.

#### 5. **Obecné řešení úlohy**

Nedosazujeme. Pouze provedeme obecné řešení úlohy, tj. sestavíme potřebný vztah k výpočtu. Využíváme matematické úpravy, které vztahy zjednodušují. Výsledná neznámá veličina je po úpravě vyjádřena pouze veličinami známými.

#### 6. **Určení jednotky výsledku**

Pokud dosadíme jednotky do odvozeného vztahu, jedná se o jednotkovou zkoušku. Výslednou jednotku porovnáme s jednotkou, která veličině odpovídá, a tím zjistíme správné odvození.

#### 7. **Řešení pro dané hodnoty**

Po získání obecného vztahu můžeme dosadit číselné hodnoty. Pomocníkem při řešení mohou být kalkulačky.

#### 8. **Konstrukce grafu, provedení pokusu**

Občas nalezneme v úloze požadavek na sestavení grafu nebo provedení pokusu. Můžeme tak získat další potřebné údaje nebo ověřit správnost výsledků.

#### 9. **Diskuse řešení**

Důležitým úkolem je kriticky zhodnotit výsledek a porovnat ho se skutečností. Při ověřování využíváme např. tabulky, vlastní zkušenosti.

#### 10. **Formulace odpovědi**

Na závěr řešení je potřeba sepsat odpověď shrnující řešení úlohy a uvedeme v ní výsledek s jednotkou.

Tyto strategie pomáhají systematicky a efektivně přistoupit k řešení fyzikálních úloh a dosáhnout správných výsledků.

## 2.4 **Využití úloh ve výuce**

Ve výuce můžeme využívat úlohy rozličného typu a podle funkce úlohy ve výuce je můžeme rozdělit na úlohy úvodní, výkladové, procvičovací, opakovací a kontrolní. Každá úloha je nutnou součástí přípravy učitele na výuku. Níže si tyto úlohy přiblížíme: [25]

- **Úvodní úlohy**, též motivační úlohy, uvádějí určité téma výkladu. Úlohy by měly mít motivační charakter a aktivizovat žáky. Úvodní úlohy by měly uvést problémovou situaci nebo úvodní experiment, který by měl žáky upoutat a zvýšit zájem o výuku. Výběr takové vhodné úlohy patří mezi náročnější přípravu učitele na výuku, protože musí zohlednit schopnosti třídy.
- **Výkladové úlohy** slouží k objasnění nového učiva. Může se jednat o ilustrační úlohu vloženou do výkladu učitele. Takovou úlohu může řešit učitel sám nebo za pomoci žáků, aby ujasnil nově probírané učivo nebo procvičil postup řešení. Další možností je fyzikální úloha, kde je cílem vyložit nový poznatek jako součást řešení úlohy.
- **Procvičovací úlohy** by měly být jednoduché a sloužit především k procvičování probraného učiva. Učitel by měl volit jednoduché úlohy, které

nejsou problémové ani z matematického hlediska, popřípadě úlohy modifikovat dle úrovně žáků. Úlohy by měly sloužit k tomu, aby si žáci procvičovali novou látku, zkoušeli vyjadřovat ze vzorce, zvykli si na nové fyzikální veličiny a jednotky a nacvičili výpočty.

- **Opakovací úlohy** využíváme po probrání tematického celku, protože si jimi žáci upevňují a prohlubují vědomosti a dovednosti. Taková úloha může být zadána na začátku, v průběhu i na konci hodiny. Důležitým faktorem je aktivizovat celou třídu, a ne jenom žáka, který úlohu řeší.
- **Kontrolní úlohy** ověřují úroveň vědomostí a dovedností žáka. Řešení těchto úloh je spojováno s hodnocením a s klasifikací žáků.

Při volbě úloh do výuky by učitel měl dodržovat jisté zásady. Výběr úloh by měl učitel provádět z učebnic nebo sbírek úloh, z pracovních sešitů, z časopisecké literatury, z ověřených internetových zdrojů, popřípadě z vlastní tvorby. Úlohy by měly obsahovat probrané učivo a neměly by nahrazovat výklad. Je vhodné, aby si učitel úlohy sám vyřešil, aby zjistil obtížnost, časovou náročnost a správnost výsledku. Důležitý je správný zápis řešení, který je srozumitelný a je z něj zřejmý celý postup řešení. Je nutné s žáky rozebrat děje, jevy nacházející se v úloze a je vhodné, aby žáci měli pro pochopení úlohy zadání před sebou. Pokud lze úlohu řešit více možnostmi, je vhodné nechat žáky řešit dle libosti. Je-li to možné, je vhodné řešení úlohy doplnit obrázky či grafy. Pokud úlohu řeší žák u tabule, měla by se práce účastnit celá třída, jelikož jde o upevňování učiva. [25]

Využití fyzikálních úloh ve výuce má mnoho výhod pro žáky. Nejenže si propojí fyzikální děje a jevy s reálnými situacemi z praxe, ale rozvíjí si také logické myšlení, učí se formulovat problémy a hledat řešení a zlepšují si matematické dovednosti. Žáci mohou řešit úlohy i ve skupinách, kde dochází ke spolupráci mezi žáky a k posilování komunikace, žáci mohou sdílet své myšlenky a řešení. Aktivní zapojení žáků do řešení úloh může zvýšit i jejich motivaci k učení.

Fyzikální úlohy jsou nedílnou součástí výuky fyziky, proto i já ve svých vyučovacích hodinách využívám úlohy. Nejvíce se mi osvědčilo využívat úlohy s úplným zadáním, a to obecnou algebraickou metodou. Protože vyučuji na střední odborné škole, kde je fyzika jen v prvních dvou ročnících zastoupena minimálně, jsou právě tyto úlohy adekvátní pro mé žáky. Tyto úlohy jsou pro většinu žáků pochopitelné, ale i tak se občas najdou ti, kteří mají problém je řešit. Občas se dají využít i úlohy s neúplným zadáním, protože žáci při nacvičování výpočtu ze vztahu většinou pochopí, že jim nějaká veličina chybí, a proto ji musí dohledat či dopočítat. Úlohy s grafickým či geometrickým způsobem řešení většinou vůbec nevyužívám. Takové úlohy jsou problematičtější, pro žáky jsou těžko pochopitelné. Žáci často neumí pracovat s grafy a nemají k tomu potřebné matematické znalosti. Co se týče mého využití úloh ve výuce, nejčastěji používám ilustrační úlohy, v nichž žákům vysvětlím způsob řešení. Takovou úlohu řeším buď sama na tabuli s komentáři žáků, nebo řeší žáci u tabule s mojí pomocí. Dále využívám procvičovací úlohy, kdy žáci mohou řešit

u tabule a procvičit si tak své znalosti, nebo využívám skupinovou práci na procvičení. Opakovací úlohy využívám formou samostatného řešení na malé jedničky a úlohy kontrolní se pak objevují v kontrolních pracích, v nichž se snažím využívat úlohy velmi podobné těm již probraným.

## 3 Školní vzdělávací program a tematický plán

Při tvorbě podpůrných materiálů do výuky fyziky jsem texty obohatila fyzikálními úlohami a kontrolními pracemi. To vše je nedílnou součástí výuky fyziky. Při přípravě jsem se opírala o Školní vzdělávací program a tematický plán předmětu fyzika. V této kapitole je tedy vhodné se zabývat tím, co to je Školní vzdělávací program a tematický plán. Pro ilustraci uvádím své dokumenty, protože materiály v praktické části jsou zpracované a řazené podle nich.

### 3.1 Školní vzdělávací program

Kurikulární dokumenty jsou závazné dokumenty, kterými se musí učitel řídit při realizaci své výuky. Kurikulární dokumenty dělíme na státní a školní. Mezi státní dokumenty patří Národní program vzdělávání (NPV) a Rámcové vzdělávací programy (RVP). *„Národní program vzdělávání formuluje požadavky na vzdělávání jako celek. Rámcové vzdělávací programy vymezují závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy vzdělávání. Těmito rámci je vymezeno organizační uspořádání vzdělávání na daném stupni školy, podmínky přijetí ke vzdělávání, způsob a podmínky ukončování vzdělávání, pojetí a cíle výuky, klíčové kompetence, povinný obsah učiva, očekávané výstupy všeobecného i odborného vzdělávání a rámcový učební plán.“* [25]

Mezi školní dokumenty patří Školní vzdělávací programy (ŠVP). Podle nich se uskutečňuje vzdělávání na jednotlivých školách. ŠVP si vytváří každá škola sama podle závazného dokumentu RVP. Na tvorbě ŠVP se podílí skupina pedagogických zaměstnanců. Nakonec musí být ŠVP schválen a vydán ředitelem školy jako veřejný dokument. [25]

#### 3.1.1 Význam ŠVP

Školní vzdělávací program umožňuje formulovat vlastní představy o podobě vzdělávání na dané škole a umožňuje vytvořit jedinečný program dle potřeb a zájmů školského zařízení. Představuje ucelený propagační dokument, který může zvýšit prestiž školského zařízení. Dává příležitost reagovat na změny a odstranit duplicity v obsahu učiva. V ŠVP jsou také začleněny klíčové a odborné kompetence. ŠVP je určen pro zájemce o studium a jejich zákonné zástupce jako propagační materiál, dále je důležitý především pro pedagogy, kteří podle něj budou pracovat, pro evaluační orgány, které podle nich hodnotí činnost školského zařízení, a také je dostupný celé širší veřejnosti. [5]

#### 3.1.2 Skladba ŠVP

Školní vzdělávací program obsahuje závazné části vycházející z RVP: [30]

- **Identifikační údaje o škole** týkající se sídla školy, zřizovatele, ředitele a zpracovatele ŠVP. V údajích je třeba uvést název dokumentu, který charakterizuje školu nebo program, název školy, sídlo, případně kontakty,

statutární zástupce a zpracovatele programu, údaje o zřizovateli, číslo jednací a platnost dokumentu.

- **Obecná charakteristika školy** je základním přehledem o velikosti školy, o počtu tříd a o charakteru budovy. Je zde třeba uvést velikost školy, lokalitu školy, charakter a specifika budovy.
- **Podmínky vzdělávání** se týkají věcného vybavení, životosprávy, psychosociálních podmínek, organizačního chodu a řízení školy, personálního a pedagogického zajištění i spoluúčasti rodičů a obsahuje podmínky pro vzdělávání dětí se speciálními vzdělávacími potřebami a podmínky vzdělávání dětí nadaných.
- **Organizace vzdělávání** informuje o vnitřním uspořádání školy, tj. o počtu tříd včetně bližší charakteristiky, obsahuje pravidla pro zařazování do jednotlivých tříd, výčet činností, při nichž je zajištěno působení dvou učitelů a kritéria pro přijímání žáků.
- **Charakteristika vzdělávacího programu** se týká především představení programu, tj. zaměření školy. Objasňuje, jaké cíle si škola stanovuje, jaké metody a formy práce uplatňuje, z jakých myšlenek program vychází a jakým způsobem je naplňuje.
- **Vzdělávací obsah** obsahuje klíčové kompetence, které jsou u žáků rozvíjeny a dále se skládá z učebního plánu a osnov rozdělujících obsah do jednotlivých vyučovacích předmětů.
- **Evaluační systém a pedagogická diagnostika** obsahuje oblasti a prostředky autoevaluace, časový plán a odpovědnost učitelů.

### 3.1.3 Učební osnovy

Učební osnovy rozdělují obsah do jednotlivých vyučovacích předmětů. Jsou v nich rozpracovány očekávané výstupy z RVP a jejich rozdělení do konkrétních ročníků. Učební osnovy tedy obsahují: [25]

- **Název vyučovacích předmětů.**
- **Charakteristiku vyučovacích předmětů** – obsahové, časové a organizační vymezení předmětu, výchovné a vzdělávací strategie, jimiž chce škola naplňovat cílové zaměření vzdělávací oblasti, a tím utvářet a rozvíjet klíčové kompetence.
- **Vzdělávací obsah vyučovacích předmětů** – obsahuje rozpis učiva a realizaci kompetencí. Je zde rozpracování učiva z RVP do jednotlivých ročníků ve vazbě na očekávané výstupy.

### 3.1.4 Ukázka učební osnovy předmětu fyzika

Jako ukázkou přikládám část učební osnovy ze Školního vzdělávacího programu ze Střední průmyslové školy potravinářství a služeb v Pardubicích, na níž působím. Přikládám ukázkou učební osnovy maturitního oboru Analýza potravin – hodnocení kvality, kde je fyzika obsažena v prvním ročníku v časové dotaci dvou hodin týdně (celkem 66 hodin) a ve druhém ročníku v časové dotaci jedné hodiny týdně (celkem 33 hodin). Času je poměrně málo, a proto je potřeba s žáky probrat z každého tématu to nejdůležitější.

Jako první uvádím ukázkou hlavičky učební osnovy předmětu fyzika, která obsahuje údaje o škole, oboru a časovou dotaci předmětu.

SPŠPaS Pardubice

Analýza potravin – hodnocení kvality 2022

## UČEBNÍ OSNOVA PŘEDMĚTU FYZIKA

**Název školy:** Střední průmyslová škola potravinářství a služeb  
Pardubice

**Adresa školy:** nám. Republiky 116, 530 02 Pardubice

**Název ŠVP:** Analýza potravin – hodnocení kvality

**Obor vzdělání:** 29-42-M/01 Analýza potravin

**Celkový počet hodin za studium:** 99 (3 týdenní vyučovací hodiny celkem)

1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník	celkem
2	1	0	0	3

**Platnost od:** 1. 9. 2022

*Obr. č. 2: Hlavička učební osnovy předmětu*

Následuje ukázkou rozpisu učiva a kompetencí, která je součástí učební osnovy v ŠVP, nejdříve pro první ročník a poté pro ročník druhý.

### 2. Rozpis učiva a realizace kompetencí

#### 1. ročník – 2 hodiny týdně (celkem 66 hodin)

Výsledky vzdělávání a kompetence	Obsah vzdělávání	Počet hodin
<b>Žák:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rozliší druhy pohybů podle trajektorie a rychlosti</li> <li>- řeší jednoduché úlohy na pohyb hmotného bodu (rovnoměrný přímočarý a rovnoměrně zrychlený, volný pád)</li> <li>- určí síly, které působí na tělesa, a popíše, jaký druh pohybu tyto síly vyvolávají</li> <li>- vysloví Newtonovy pohybové zákony, objasní je na příkladech z praxe</li> <li>- určí mechanickou práci, výkon a energii při pohybu tělesa působením stálé síly</li> <li>- vysvětlí na příkladech platnost zákona zachování mechanické energie</li> <li>- vysvětlí Newtonův gravitační zákon</li> <li>- popíše základní druhy pohybu v gravitačním poli Země</li> <li>- popíše vlastnosti tuhého tělesa</li> <li>- určí výslednici sil působících na těleso a jejich momenty</li> <li>- určí těžiště tělesa jednoduchého tvaru</li> <li>- popíše vlastnosti kapalin a plynů</li> <li>- aplikuje Pascalův a Archimédův zákon</li> </ul>	<b>1. Mechanika</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pohyby přímočaré, pohyb rovnoměrný po kružnici, skládání pohybů</li> <li>- Newtonovy pohybové zákony, síly v přírodě</li> <li>- mechanická práce a energie</li> <li>- gravitační pole, vrhy</li> <li>- mechanika tuhého tělesa</li> <li>- tlakové síly a tlak v tekutinách</li> </ul>	

*Obr. č. 3: Rozpis učiva 1. ročník, první část*

<p>při řešení úloh</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vysvětlí změny tlaku v proudící tekutině</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- proudění tekutin</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- změří teplotu v Celsiově teplotní stupnici a vyjádří ji jako termodynamickou teplotu</li> <li>- vysvětlí význam teplotní roztažnosti látek v přírodě a v technické praxi</li> <li>- vysvětlí pojem vnitřní energie soustavy (tělesa) a způsoby její změny</li> <li>- řeší jednoduché případy tepelné výměny</li> <li>- popíše stavové změny ideálního plynu</li> <li>- popíše principy nejdůležitějších tepelných motorů</li> <li>- popíše přeměny skupenství látek a jejich význam v přírodě a v technické praxi</li> </ul>	<p><b>2. Molekulová fyzika a termika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- základní poznatky termiky</li> <li>- teplo a práce, přeměny vnitřní energie tělesa</li> <li>- tepelná kapacita, měření tepla</li> <li>- tepelné děje v ideálním plynu, první termodynamický zákon</li> <li>- práce plynu, účinnost</li> <li>- struktura pevných látek a kapalin, přeměny skupenství látek</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysvětlí podstatu elektrického náboje</li> <li>- запиše vztah pro Coulombův zákon</li> <li>- popíše elektrické pole z hlediska jeho působení na bodový elektrický náboj</li> <li>- vysvětlí princip a funkci kondenzátoru</li> <li>- vysvětlí princip elektrického proudu</li> <li>- řeší úlohy s elektrickými obvody s použitím Ohmova zákona</li> <li>- zapojí elektrický obvod podle schématu a změří napětí a proud</li> <li>- popíše princip a praktické použití polovodičových součástek</li> </ul>	<p><b>3. Elektřina a magnetismus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrický náboj tělesa, elektrická síla</li> <li>- elektrické pole</li> <li>- kapacita vodiče</li> <li>- elektrický proud v látkách</li> <li>- zákony elektrického proudu</li> <li>- elektrické obvody</li> <li>- vodivost polovodičů, přechod PN</li> </ul>	

Obr. č. 4: Rozpis učiva 1. ročník, druhá část

## 2. ročník – 1 hodina týdně (celkem 33 hodin)

Výsledky vzdělávání a kompetence	Obsah vzdělávání	Počet hodin
<p><b>Žák:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- znázorní magnetické pole trvalého magnetu a vodiče s proudem, vysvětlí jeho podstatu</li> <li>- určí magnetickou sílu v magnetickém poli vodiče s proudem</li> <li>- vysvětlí podstatu elektromagnetické indukce a její praktický význam</li> <li>- vysvětlí podstatu střídavého proudu</li> <li>- popíše princip generování střídavých proudů a jejich využití v energetice</li> </ul>	<p><b>1. Elektřina a magnetismus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- magnetické pole, magnetické pole elektrického proudu, elektromagnet</li> <li>- elektromagnetická indukce, indukčnost</li> <li>- vznik střídavého proudu</li> <li>- přenos elektrické energie střídavým proudem</li> </ul>	

Obr. č. 5: Rozpis učiva 2. ročník, první část

<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysvětlí, jaký děj označujeme jako kmitání</li> <li>- rozliší základní druhy mechanického vlnění a popíše jejich šíření</li> <li>- charakterizuje základní vlastnosti zvukového vlnění</li> <li>- chápe negativní vliv hluku a zná způsoby ochrany sluchu</li> <li>- charakterizuje světlo jeho vlnovou délkou a rychlostí v různých prostředích</li> <li>- řeší úlohy na odraz a lom světla</li> <li>- řeší úlohy na zobrazení zrcadly a čočkami</li> <li>- vysvětlí principy základních typů optických přístrojů</li> <li>- popíše význam různých druhů elektromagnetického záření z hlediska působení na člověka a využití v praxi</li> </ul>	<p><b>2. Vlnění a optika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mechanické kmitání a vlnění</li> <li>- zvukové vlnění</li> <li>- světlo a jeho šíření</li> <li>- zobrazování zrcadlem a čočkou</li> <li>- spektrum elektromagnetického záření, rentgenové záření, vlnové vlastnosti světla</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- popíše strukturu elektronového obalu atomu z hlediska energie elektronu</li> <li>- vysvětlí podstatu laseru a jeho využití v praxi</li> <li>- popíše stavbu atomového jádra a charakterizuje základní nukleony</li> <li>- vysvětlí podstatu radioaktivity a popíše způsoby ochrany před jaderným zářením, uvede biologické účinky záření</li> <li>- popíše štěpnou reakci jader uranu a její praktické využití v energetice</li> <li>- posoudí výhody a nevýhody způsobů, jimiž se získává elektrická energie</li> </ul>	<p><b>3. Fyzika atomu</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- model atomu, spektrum atomu vodíku, laser</li> <li>- nukleony</li> <li>- radioaktivita, jaderné záření, biologické účinky záření</li> <li>- jaderná energie a její využití</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- charakterizuje Slunce jako hvězdu</li> <li>- popíše objekty ve sluneční soustavě</li> <li>- zná příklady základních typů hvězd</li> <li>- zná současné názory na vznik a vývoj vesmíru</li> </ul>	<p><b>4. Vesmír</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sluneční soustava</li> <li>- hvězdy a galaxie</li> </ul>	

Obr. č. 6: Rozpis učiva 2. ročník, druhá část

### 3.2 Tematický plán

Tematický plán patří mezi jedny ze základních dokumentů, s nimiž učitel pracuje. Na začátku každého školního roku si každý učitel sestavuje vlastní tematický plán svého předmětu pro všechny ročníky, ve kterých vyučuje. Pro přípravu tematického plánu potřebuje učitel učební plán a učební osnovy. Na základě znalosti hodinové dotace a obsahu učiva sestaví učitel časové rozložení učiva daného předmětu tak, aby bylo zajištěno probrání učiva během školního roku. Podle požadavků školy může tematický plán také obsahovat různé metodické poznámky nebo specifické cíle. Po případném projednání plánu s předmětovou komisí se tematický plán předkládá řediteli školy ke schválení. Poté se tematický plán stává závazným pro výuku učitele. Učitel kontroluje pravidelně plnění tematického plánu během



školního roku a kontrola je také prováděna při hospitacích vedením školy nebo školní inspekcí. [25]

### 3.2.1 Ukázka tematického plánu

Ve své praxi jsem se již dvakrát setkala s tematickým plánem. Na mém pracovišti si každý učitel připravuje svůj vlastní tematický plán většinou již převzatý z dříve využívaných plánů. Učitel si ho může upravit. Jako začínající učitelka jsem neměla úplné znalosti časové dotace jednotlivých témat, proto jsem využila již vytvořené a používané tematické plány. Po sestavení tematického plánu dojde k odeslání tohoto plánu předsedovi předmětové komise, jenž plán zkontroluje a poté nechá schválit ředitelem školy. Jako ukázkou přikládám své tematické plány z fyziky pro první i druhý ročník maturitních oborů.

Jako první přikládám ukázkou tematického plánu předmětu fyzika pro první ročník oboru Analýza potravin – hodnocení kvality v rozsahu dvou hodin týdně, celkem 66 hodin během školního roku. Jak jsem již zmínila, tematický plán jsem převzala a zatím jsem ho nijak neupravovala. Zatím jsem ani nenarazila na potřebu něco v něm měnit a shledávám ho pro mě přijatelným a vyhovujícím. I časová dotace jednotlivých tematických celků mi zatím vyhovuje a daří se mi ji dodržovat.

## Střední průmyslová škola potravinářství a služeb Pardubice náměstí Republiky 116, Pardubice

---

### Tematický a časový plán učiva

Vyučovací předmět: Fyzika

Školní rok: 2023/24

Počet hodin celkem/ týdně: 66/2

Třída, obor: P1.C, 29-42-M/01 Analýza potravin – hodnocení kvality

Vyučující: Bc. Kristýna Nepovímová

Zpracováno podle ŠVP schváleného ředitelem školy dne 31. 8. 2022, č. j. SPŠPaS/ŠVP/16/2022 s platností od 1. 9. 2022 počínaje 1. ročníkem.

Obsah učiva podle ŠVP	Rozpis učiva	Počet hodin Datum
<b>1. Mechanika</b> - pohyby přímočaré, - pohyb rovnoměrný po kružnici, skládání pohybů - Newtonovy pohybové zákony, síly v přírodě - mechanická práce a energie		3 / září 5 / říjen 2 5 5 / listopad

<ul style="list-style-type: none"> <li>- gravitační pole, vrhy</li> <li>- mechanika tuhého tělesa</li> <li>- tlakové síly a tlak v tekutinách</li> <li>- proudění tekutin</li> </ul>		3 2 / prosinec 4 2 / leden
<p><b>2. Molekulová fyzika a termika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- základní poznatky termiky</li> <li>- teplo a práce, přeměny vnitřní energie tělesa</li> <li>- tepelná kapacita, měření tepla</li> </ul>		3 5 / únor 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>- tepelné děje v ideálním plynu, první termodynamický zákon</li> <li>- práce plynu, účinnost</li> <li>- struktura pevných látek a kapalin, přeměny skupenství látek</li> </ul>		2 3 3 / březen
<p><b>3. Elektřina a magnetismus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elektrický náboj tělesa, elektrická síla</li> <li>- elektrické pole</li> </ul>		2 3 / duben
<ul style="list-style-type: none"> <li>- kapacita vodiče</li> <li>- elektrický proud v látkách</li> <li>- zákony elektrického proudu</li> <li>- elektrické obvody</li> <li>- vodivost polovodičů, přechod PN</li> </ul>		1 2 4 / květen 3 2 / červen

V Pardubicích dne: 1. 9. 2023

Vypracoval: Bc. Kristýna Nepovímová

Předseda předmětové komise: Mgr. Božena Komzáková

Schválil: Mgr. Zdeněk Zitko

Jako druhou ukázkou přikládám tematický plán předmětu fyzika pro druhý ročník. Zde učím dvě třídy s různými obory, ale tematický plán i ŠVP je pro fyziku stejný. Fyzika je v rozsahu jedné hodiny týdně, celkem 33 hodin během školního roku. Tematický plán je opět převzatý a zatím jsem ho nijak neupravovala, ale při výuce Vlnění a optiky bych v příštím školním roce chtěla do nového tematického plánu zapracovat změny. V tematickém celku Vlnění a optika jsem nejprve vysvětlila kmitání a vlnění, poté jsem přešla k výkladu látky o elektromagnetickém záření, potom se vrátila k informacím o světle a zcela na závěr jsem umístila učivo týkající se zrcadla a čočky. Toto pořadí se mi jeví jako vhodnější a smysluplnější. Ostatní části plánu a časová dotace mi vyhovují.

**Střední průmyslová škola potravinářství a služeb Pardubice  
náměstí Republiky 116, Pardubice**

---

**Tematický a časový plán učiva**

Vyučovací předmět: Fyzika

Školní rok: 2023/24

Počet hodin celkem/ týdně: 33/1

Třída, obor: P2.A, 29-42-M/01 Analýza potravin – hodnocení kvality

29-42-M/01 Analýza potravin – výživový poradce

P2.B, 29-41-M/01 Technologie potravin – management potravinářských výrob

Vyučující: Bc. Kristýna Nepovímová

Zpracováno podle ŠVP schváleného ředitelem školy dne 31. 8. 2022, č. j. SPŠPaS/ŠVP/16/2022, č.j. SPŠPaS/ŠVP/17/2022, SPŠPaS/ŠVP/18/2022, s platností od 1. 9. 2022 počínaje 1. ročníkem.

Obsah učiva podle ŠVP	Rozpis učiva	Počet hodin Datum
<p><b>1. Elektřina a magnetismus</b> - magnetické pole, magnetické pole elektrického proudu, elektromagnet</p> <p>- elektromagnetická indukce, indukčnost</p> <p>- vznik střídavého proudu</p> <p>- přenos elektrické energie střídavým proudem</p>		<p>1 / září 2 1 / říjen</p> <p>2</p> <p>2 / listopad 2</p>
<p><b>2. Vlnění a optika</b> - mechanické kmitání a vlnění, zvukové vlnění</p> <p>- světlo a jeho šíření</p> <p>- zobrazování zrcadlem a čočkou</p> <p>- spektrum elektromagnetického záření, rentgenové záření, vlnové vlastnosti světla</p>		<p>1 / prosinec 2 1 / leden 2 2 / únor 2</p>
<p><b>3. Fyzika atomu</b> - model atomu, spektrum atomu vodíku, laser</p> <p>- nukleony</p> <p>- radioaktivita, jaderné záření, biologické účinky záření</p> <p>- jaderná energie a její využití</p>		<p>3 / březen</p> <p>1 / duben 2 1 2 / květen</p>

<b>4. Vesmír</b> - sluneční soustava - hvězdy a galaxie		2 2 / červen
---	--	-----------------

V Pardubicích dne: 1. 9. 2023

Vypracoval: Bc. Kristýna Nepovímová

Předseda předmětové komise: Mgr. Božena Komzáková

Schválil: Mgr. Zdeněk Zitko

V mém tematickém plánu, oproti některým jiným školám, nemám uvedeno opakování jednotlivých témat nebo opakování na konci ročníku. Samozřejmostí je, že každý učitel si do své výuky opakování a psaní kontrolních testů zakomponuje sám dle svého uvážení. I když shledávám zařazení opakování do tematického plánu vhodným hlavně pro začínající učitele.

## 4 Praktická část

Pedagogickou praxi realizuji na Střední průmyslové škole potravinářství a služeb v Pardubicích. Škola nabízí vzdělávání v oborech tříletého studia s výučním listem (kuchař, číšník, cukrář, pekař, prodavač), dvouleté nástavbové studium (technologie potravin) a obory čtyřletého studia zakončeného maturitní zkouškou (analýza potravin – hodnocení kvality nebo výživový poradce, technologie potravin – management potravinářských výrob nebo mlynářství a výroba krmiv). Ve školním roce 2023/2024 se nachází ve škole 20 tříd a 58 zaměstnanců, z toho 46 učitelů. Já vyučuji fyziku ve třech třídách maturitního oboru, viz tematické plány.

Mnou vytvořené studijní texty a kontrolní práce se týkají mechaniky, která je na této škole vyučována v prvním ročníku. Vytvořené studijní texty jsou řazené dle tematického plánu. Vyzkoušela jsem texty na třídě P1.C, kterou vyučuji. Jedná se o třídu v maturitním oboru analýza potravin – hodnocení kvality. Přestože se žáci zaměřují především na učivo chemie a technologie, je zjevné, že se snaží i v hodinách fyziky. Ve třídě nejsou mezi žáky markantní rozdíly. Třídu se snažím držet jako celek a není potřeba připravovat individuální materiály. V hodinách většinou pracují s připravenou prezentací na probírané téma, tu komentuji a žáci si zapisují učivo. Společně pak pracujeme na řešení úloh na tabuli. Záleží na tématu a na časových možnostech, ale hodiny doplňuji animacemi, ukázkami videí, aktivitami online nebo na papíře, skupinovou prací, ale i prací samostatnou.

Jak už jsem zmínila v úvodu, na naší škole nemají žáci k předmětu fyzika k dispozici učebnice, proto jsem se rozhodla vytvořit materiál, který jim bude podkladem k učení. Především jsem teorii čerpala z učebnice Fyzika I pro střední školy (Obr. č. 7: Učebnice), která je stručná a dostatečná pro výuku na naší škole. Studijní texty samozřejmě neobsahují jen teorii, ale jsou doplněny řešenými i neřešenými úlohami. K procvičení se v nich nachází cvičení v podobě otázek, doplňovaček, tajenek nebo online aktivit.



Obr. č. 7: Učebnice

Celkem se mi podařilo vytvořit 10 studijních textů a k nim 9 kontrolních prací. Část jsem vyzkoušela právě se třídou P1.C, která velice dobře spolupracovala. Jak je patrné z tematických plánů, časová dotace fyziky v prvním ročníku jsou dvě hodiny týdně, proto jsem studijní texty vyzkoušela odlišnými způsoby. Část byla vyzkoušena formou dobrovolných domácích úkolů, kdy mi někteří z žáků přinesli vyplněné texty ke kontrole i s jejich poznámkami a připomínkami. Odměnou aktivním žákům byla jednička. Další způsob, který jsem

využila, byla skupinová práce. Text jsem žákům natiskla do skupin, v nichž společně pracovali, vyplňovali a procházeli si novou látku. Na závěr jsme společně diskutovali nad problematickými částmi. Jiné studijní texty jsem vyzkoušela jen částečně, využila jsem z nich např. opakovací úlohy nebo doplňovačky a tajenky. Každopádně veškeré vytvořené texty mají žáci k dispozici nahrané v Teamsech našeho předmětu a mohou je využívat při učení.

Většinu vytvořených kontrolních prací se mi také podařilo vyzkoušet formou písemných opakování v hodině. Pokud se žáci učili, většinou neměli problém s žádnými otázkami či úlohami. Žáci shledávají moje kontrolní práce jako průměrně obtížné. Vyzkoušela jsem šest kontrolních prací. Kontrolní práce na téma Síly, Gravitační pole a Mechanika tuhého tělesa moji žáci nepsali. Z ostatních kontrolních prací měla třída nejlepší průměr z tématu Práce a energie, který byl 1,73. Nejhorší průměr měla třída z tématu Mechanika tekutin, který byl 3,13. Ostatní kontrolní práce dopadly vcelku pěkně a průměr třídy se blížil ke dvojce.

Pro jednoduchou orientaci ve studijním textu jsou u každé části barevné šipky. Modrá šipka ukazuje na opakování z předešlé hodiny/předešlého tématu. Následuje oranžová šipka s novým učivem, dále zelená šipka s procvičováním především početních úloh a na závěr žlutá šipka s opakováním formou různorodých cvičení. V celé práci jsou uvedeny vztahy bez označení vektoru šipkou nad veličinou, protože je sama v hodinách nevyužívám. Samozřejmě před výukou kinematiky probírám s žáky jednotky a veličiny, kde zavádím pojmy skalární a vektorová veličina, tudíž by je žáci měli znát. Tyto pojmy využívám pouze při zavádění nových veličin a žáků se doptávám ne jejich význam. Myslím, že vynechání označení vektorů ve vztazích je pro žáky přehlednější a pochopitelnější. Praktická část práce obsahuje všechny studijní texty s kontrolními pracemi, které jsou doplněné modrým písmem, což jsou odpovědi na otázky, správná řešení nebo poznámky pro učitele.

Na základě připomínek a hodnocení žáků byly texty upraveny. Celý text bez poznámek je uveden pro možnost využití v praxi v přílohách práce. Jednotlivé texty nemusí učitel využívat bezprostředně za sebou, může využít jen opakovací cvičení dle potřeb žáků. Čas na psaní kontrolních prací není v úvodu jednotlivých textů zohledněn, časová dotace textů je psána čistě na vyučovací hodinu bez dalších aktivit. Následují okomentované studijní texty a kontrolní práce s řešením.

## 4.1 Kinematika

Po úvodní hodině fyziky, kdy se s žáky seznamuji, předkládám jim své požadavky do výuky a poté, co zopakujeme převody jednotek, se pak dále začínáme zabývat kinematikou. První studijní text navazuje na úvodní hodinu. Studijní text je připraven pro látku, kterou se zabýváme dvě vyučovací hodiny. V úvodu si žáci zopakují převody jednotek z minulé hodiny, dále se začínáme věnovat nové látce a vysvětlíme si jednotlivé pojmy (mechanika, kinematika, dynamika, mechanický pohyb, hmotný bod, dráha a trajektorie, rychlost). Ve studijním textu je bodový výčet nových poznatků, který reprezentuje zápis z hodin. Na nové probrané učivo navazují úlohy k procvičení převodů jednotek rychlosti. Na závěr textu je připraveno několik opakovacích otázek a tajenka sloužící jako samostatná práce či domácí úkol k zopakování probraného učiva. Další vyučovací hodinu může následovat krátké písemné opakování na převody jednotek. Úlohy pro využití vztahu k výpočtu rychlosti necháváme do další hodiny, aby bylo více času k procvičení. Po probrání úloh bude následovat kontrolní práce k níže probrané teorii a na výpočet rychlosti.

### OPAKOVÁNÍ – PŘEVODY JEDNOTEK

#### 1. Převeď ze základní jednotky na jednotku v závorce.

- $1\,500\text{ m [km]} = 1,5\text{ km}$
- $0,025\text{ N [}\mu\text{N]} = 25\,000\ \mu\text{N}$
- $0,000\,0045\text{ m [nm]} = 4\,500\text{ nm}$
- $450\,000\text{ J [GJ]} = 0,00045\text{ GJ}$

#### 2. Převeď na jednotku v závorce.

- $15\text{ min [h]} = 0,25\text{ h}$
- $40\text{ min [s]} = 2\,400\text{ s}$
- $900\text{ s [h]} = 0,25\text{ h}$
- $3\text{ dny [min]} = 4\,320\text{ min}$

### NOVÉ UČIVO – KINEMATIKA

#### MECHANIKA

= obor fyziky zabývající se mechanickým pohybem těles

- kinematika** = popisuje různé druhy pohybů, ale nezabývá se příčinami pohybu
- dynamika** = studuje příčiny pohybu těles a jeho změny

#### HMOTNÝ BOD

- Hmotný bod je model tělesa, u něhož bereme v úvahu pouze hmotnost a zanedbáváme jeho rozměry.

#### MECHANICKÝ POHYB

- Pohybem nazýváme stav, kdy těleso mění v určitém čase svoji polohu.
- Klid nebo pohyb určujeme vzhledem k jiným tělesům.

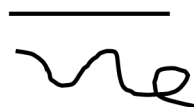
- Určujeme vztažnou soustavu (= soustava, vzhledem ke které určujeme, zda se těleso pohybuje).
- [Klikni sem](#) a prohlédni si pohyby jednotlivých bodů na jízdním kole: [Applet pro žáky k pozorování různých zvolených bodů jízdy na kole ve dvou vztažných soustavách, a to vztahující se k samotnému kolu nebo k okolí cesty.](#)
- Stav klidu nebo pohybu je relativní, tj. stav lze posoudit jen k vybrané vztažné soustavě.

## TRAJEKTORIE

= množina všech bodů, jimiž hmotný bod během svého pohybu prochází

- Pohyb dle tvaru trajektorie dělíme na:

- přímočarý** – trajektorií je část přímky,
- křivočarý** – trajektorií je libovolná křivka.



## DRÁHA

= délka trajektorie, kterou hmotný bod urazí za daný čas

- **označení:**  $s$
- **základní jednotka:** m (metr)

## RYCHLOST

- Pokud hmotný bod urazí dráhu  $s$  za čas  $t$ , pohybuje se průměrnou rychlostí o velikosti  $v = \frac{s}{t}$ .

- **označení:**  $v$

- **základní jednotka:**  $\frac{m}{s}$  (metr za sekundu)

- převod jednotek:  $\frac{m}{s} \cdot 3,6 \rightarrow \frac{km}{h}$  nebo  $\frac{km}{h} \div 3,6 \rightarrow \frac{m}{s}$

- **okamžitá rychlost** = vektorová veličina, která určuje velikost rychlosti a její směr v daném bodě trajektorie

- Pohyb dle velikosti rychlosti dělíme na:

- rovnoměrný pohyb** = velikost rychlosti je při pohybu konstantní (= nemění se),
- nerovnoměrný pohyb** = velikost rychlosti není konstantní (= mění se), za stejný čas urazí hmotný bod různě velké dráhy.

## ➡ PROCVIČOVÁNÍ

### 1. Převed' na jednotku v závorce.

a.  $10 \frac{m}{s} \left[ \frac{km}{h} \right] = 36 \frac{km}{h}$

b.  $90 \frac{km}{h} \left[ \frac{m}{s} \right] = 25 \frac{m}{s}$

c.  $72 \frac{m}{s} \left[ \frac{km}{h} \right] = 259,2 \frac{km}{h}$

d.  $120 \frac{km}{h} \left[ \frac{m}{s} \right] = 33,3 \frac{m}{s}$



**2. Porovnej rychlosti zvířat.** (Zde záleží na učiteli, zda bude diskutovat s žáky veškeré možné převody.)

mravenec  
 $3,1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

lev  
 $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

pes  
 $11,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

netopýr ušatý  
 $4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

orel bělohavý  
 $160 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Pořadí od nejrychlejšího	zvíře
1	orel
2	lev
3	pes
4	netopýr
5	mravenec

**OPAKOVÁNÍ**

**1. Opakovací otázky:**

- Co je kinematika? Část mechaniky, která popisuje různé druhy pohybů, ale nezabývá se příčinami pohybu.
- Co je hmotný bod? Ideální model tělesa, u něhož bereme v úvahu pouze hmotnost.
- Zkus vysvětlit rozdíl mezi trajektorií a dráhou. Trajektorie je množina bodů, kterými hmotný bod při svém pohybu projde, ale dráha je délka trajektorie, tj. vzdálenost od počátečního bodu do koncového bodu jeho pohybu.
- Jaký je rozdíl mezi rovnoměrným a nerovnoměrným pohybem? U rovnoměrného pohybu se rychlost nemění, a naopak u nerovnoměrného se mění.

## 2. Tajenka

Vyřešením tajenky žáci získávají název fyzikální veličiny, která se bude probírat další navazující hodinu.

Zrychlení (tajenka) je charakteristika pohybu, která popisuje, jakým způsobem se mění rychlost tělesa v čase.



1. Soustava, dle které určujeme, zda je těleso v klidu nebo v pohybu.
2. Pohyb, pro který není rychlost konstantní.
3. Část mechaniky zabývající se příčinami pohybu těles.
4. Obor fyziky, který zkoumá pohyb těles.
5. Fyzikální veličina, jejíž základní jednotkou je metr.
6. Fyzikální veličina, jejíž základní jednotkou je  $\frac{m}{s}$ .
7. Množina všech bodů, kterými projde hmotný bod při pohybu.
8. Část mechaniky, která popisuje různé druhy pohybů, ale nezabývá se jeho příčinami.
9. Jestliže stav klidu nebo pohybu lze posoudit pouze na zvolené soustavě, řekneme, že stav klidu a pohybu je ...

Skupina A – Převody jednotek

**1. Převeď na jednotku v závorce.**

- a.  $0,2 \text{ N [kN]} = 0,0002 \text{ kN}$
- b.  $0,007 \text{ MJ [J]} = 7\,000 \text{ J}$
- c.  $83\,000 \text{ nm [mm]} = 0,083 \text{ mm}$
- d.  $4\,320 \text{ min [h]} = 72 \text{ h}$
- e.  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = 72 \text{ km/h}$
- f.  $54 \frac{\text{km}}{\text{h}} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = 15 \text{ m/s}$

**2. Vyřeš:**

- a.  $1,5 \text{ km} + 800 \text{ m} + 2\,000 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$   
 $= 1\,500 \text{ m} + 800 \text{ m} + 20 \text{ m} =$   
 $= 2\,320 \text{ m}$
- b.  $0,2 \text{ kN} + 300 \text{ N} + 1\,000 \text{ mN} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$   
 $= 200 \text{ N} + 300 \text{ N} + 1 \text{ N} =$   
 $= 501 \text{ N}$
- c.  $5 \text{ h} + 30 \text{ min} + 4\,200 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ min}$   
 $= 300 \text{ min} + 30 \text{ min} + 70 \text{ min} =$   
 $= 400 \text{ min}$

Skupina B- Převody jednotek

**1. Převeď na jednotku v závorce.**

- a.  $0,0022 \text{ m [nm]} = 2\,200\,000 \text{ nm}$
- b.  $0,5 \text{ N [kN]} = 0,0005 \text{ kN}$
- c.  $120 \text{ mm [km]} = 0,00012 \text{ km}$
- d.  $42 \text{ min [h]} = 0,7 \text{ h}$
- e.  $15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right] = 54 \text{ km/h}$
- f.  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] = 20 \text{ m/s}$

**2. Vyřeš:**

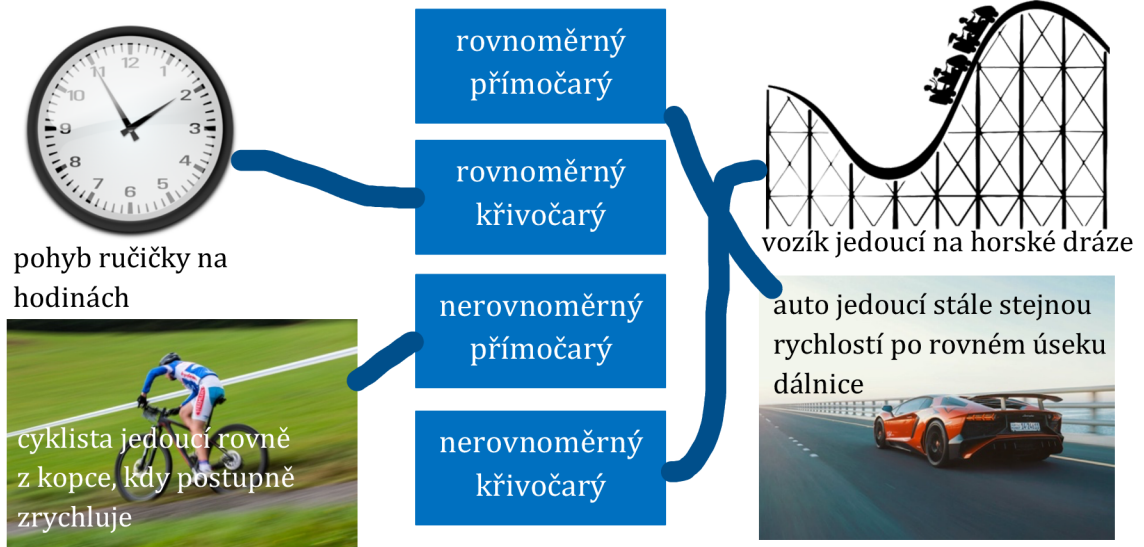
- a.  $0,3 \text{ km} + 200 \text{ m} + 800 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$   
 $= 300 \text{ m} + 200 \text{ m} + 8 \text{ m} =$   
 $= 508 \text{ m}$
- b.  $1,5 \text{ kN} + 250 \text{ N} + 50\,000 \text{ mN} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$   
 $= 1\,500 \text{ N} + 250 \text{ N} + 50 \text{ N} =$   
 $= 1\,800 \text{ N}$
- c.  $2 \text{ h} + 15 \text{ min} + 2\,400 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ min}$   
 $= 120 \text{ min} + 15 \text{ min} + 40 \text{ min} =$   
 $= 175 \text{ min}$

## 4.2 Rychlost a zrychlení

Druhý studijní text navazuje na zavedení rychlosti. Studijní text je připraven pro látku, kterou se zabýváme dvě vyučovací hodiny. V úvodu si žáci zopakují druhy pohybu a vztah pro výpočet rychlosti. V novém učivu se navazuje na rychlost a jsou zde uvedeny dvě řešené úlohy. Následuje zavedení nové fyzikální veličiny zrychlení s jednou řešenou úlohou, a poté grafické shrnutí mechanických pohybů se vztahy pro dráhu. V části procvičení jsou uvedeny neřešené úlohy vhodné na řešení u tabule v hodině. Pro lepší kontrolu jsou zde uvedeny výsledky. V závěrečné části opakování je pro zamyšlení žáků úloha k zhodnocení, kde se mohou setkat s některými pohyby. Na úplný závěr si žáci vyzkouší práci s grafem. Závěrečné opakování můžeme zasadit do konce hodiny nebo jako dobrovolný domácí úkol. Další vyučovací hodinu může následovat kontrolní práce zahrnující pojmy z kinematiky a výpočty rychlosti a zrychlení. Dále budeme navazovat probráním dalších pohybů jako je volný pád a pohyb po kružnici.

### OPAKOVÁNÍ – DRUHY POHYBU A VZTAH PRO RYCHLOST

1. Přiřaď ke každému druhu pohybu jeden konkrétní příklad.



2. Vztah mezi průměrnou rychlostí  $v$ , dráhou  $s$  a časem  $t$  může mít tyto tři podoby:

$$v = \frac{s}{t}$$

$$s = v \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v}$$

## NOVÉ UČIVO – RYCHLOST A ZRYCHLENÍ

### VÝPOČET RYCHLOSTI

1. Milan si vyšel na výlet. Nejdříve šel 2 hodiny po rovině rychlostí  $6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , další hodinu vystupoval do prudkého kopce a jeho rychlost se zmenšila na  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Jaká byla jeho průměrná rychlost?

#### Řešení:

Nejdříve si musíme spočítat jednotlivé dráhy zadaných dvou úseků.

První úsek:

$$t_1 = 2 \text{ h}$$

$$v_1 = 6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$s_1 = ? [\text{km}]$$

Druhý úsek:

$$t_2 = 1 \text{ h}$$

$$v_2 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$s_2 = ? [\text{km}]$$

$$s_1 = v_1 \cdot t_1$$

$$s_1 = 6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 2 \text{ h} = 12 \text{ km}$$

$$s_2 = v_2 \cdot t_2$$

$$s_2 = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 1 \text{ h} = 3,6 \text{ km}$$

Nyní už můžeme vypočítat průměrnou rychlost Milana, jelikož známe už celkovou uraženou dráhu a celkový čas.

$$v_p = \frac{s}{t}$$

$$v_p = \frac{12 \text{ km} + 3,6 \text{ km}}{2 \text{ h} + 1 \text{ h}} = \frac{15,6 \text{ km}}{3 \text{ h}} = 5,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Milanova průměrná rychlost byla  $5,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

### ZRYCHLENÍ

- Průměrné zrychlení vyjadřuje změnu velikosti rychlosti za jednotku času.
- **označení:**  $a$
- **základní jednotka:**  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- Zrychlení určíme jako podíl změny rychlosti a doby, za kterou k této změně došlo:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ .

### VÝPOČET ZRYCHLENÍ

1. Automobil jede rychlostí  $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . V určitém okamžiku řidič šlápne na plyn a během 20 s zvětší rychlost na  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Určete zrychlení automobilu.

#### Řešení:

Nejdříve provedeme zápis zadaných veličin a povšimneme si, že budeme muset nejdříve převést některé jednotky. Zvolíme převod času na hodiny nebo převod rychlostí na m/s. Zvolila jsem převod rychlostí. Poté už jen použijeme nově naučený vztah pro výpočet zrychlení.

$$v_0 = 45 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t = 20 \text{ s}$$

$$v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = ? [\text{m/s}^2]$$

---

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

$$a = \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \text{ s}} = 0,625 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

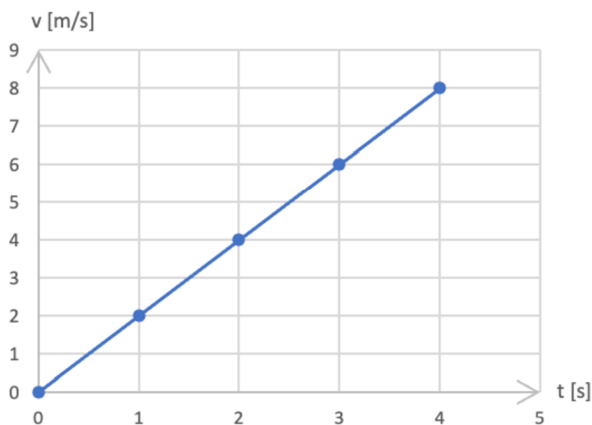
**Zrychlení automobilu je  $0,625 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .**

### DRUHY MECHANICKÝCH POHYBŮ – SHRUTÍ

V odkazu níže si žáci mohou prohlédnout všechny 3 pohyby uvedené níže na modelu auta, k němuž jsou přiřazeny odpovídající grafy, které si žáci mohou promítnout v různých závislostech na čase. Doporučuji jako samostatnou práci žáků, kdy si s appletem může každý sám pohrát a prostudovat jej.

- Až si projdeš následující kapitolu, tak [zde klikni](#) a projdi si jednotlivé druhy pohybů a jim odpovídající grafy.

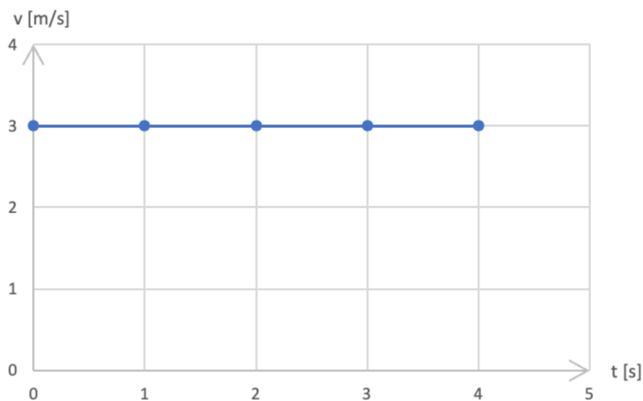
#### 1. pohyb rovnoměrně zrychlený



- Zrychlení je konstantní a velikost rychlosti se s časem zvětšuje.
- Dráha rovnoměrně zrychleného pohybu s nulovou počáteční rychlostí:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ .
- Při zadaných počátečních podmínkách (= hodnoty veličin na začátku měření) musíme využít vztah:

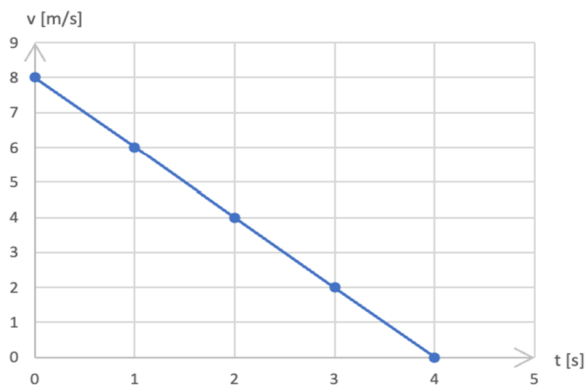
$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

## 2. pohyb rovnoměrný přímočarý



- Rychlost je konstantní.
- Trajektorii je přímka.
- Používáme již známý vztah:  $s = v \cdot t$ , který by odpovídal obsahu obdélníka pod úsečkou.

## 3. pohyb rovnoměrně zpomalený



- Velikost rychlosti se s časem zmenšuje.
- Stejný vztah jako u pohybu rovnoměrně zrychleného:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ .
- Ve výpočtech se zpomalení projevuje znaménkem minus.
- Při zadaných počátečních podmínkách musíme využít vztah:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2.$$

## ➡ PROCVIČOVÁNÍ

1. Automobil se rozjíždí se zrychlením  $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  po dráze 400 m. Vypočítejte dobu rozjíždění a konečnou rychlost automobilu. **[40 s;  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ]**

**Řešení:**

$$a = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$s = 400 \text{ m}$$

$$t = ? [\text{s}]$$

$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

---

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 400 \text{ m}}{0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 40 \text{ s}$$

$$v = a \cdot t$$

$$v = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 40 \text{ s} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Doba rozjždění automobilu je 40 s a jeho konečná rychlost je 20  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .**

2. Velikost rychlosti osobního vlaku se během 50 s zmenšila ze 72  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  na 36  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Pohyb vlaku je rovnoměrně zpomalený. S jakým zrychlením se vlak pohyboval a jakou dráhu, při tom ujel? **[0,2  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ; 750 m]**

**Řešení:**

$$\Delta t = 50 \text{ s}$$

$$v_0 = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_1 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$s = ? [\text{m}]$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_0 - v_1}{\Delta t}$$

$$a = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{50 \text{ s}} = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$s = v_0 \cdot \Delta t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2$$

$$s = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 50 \text{ s} - \frac{1}{2} \cdot 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (50 \text{ s})^2 = 750 \text{ m}$$

**Vlak se pohyboval se zrychlením 0,2  $\text{m/s}^2$  a ujel při tom dráhu 750 m.**

3. Jak dlouho bude trvat hlemýždi kroupnatému doplazít se k salátu na zahrádce vzdálenému 6 metrů, když se pohybuje rychlostí 0,048  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ ? **[7,5 min]**

**Řešení:**

$$t = ? [\text{s}]$$

$$s = 6 \text{ m} = 0,006 \text{ km}$$

$$v = 0,048 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$





$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{0,006 \text{ km}}{0,048 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0,125 \text{ h} = 7,5 \text{ min}$$

Hlemýžd' se doplazí k salátu za 7,5 minut.

## OPAKOVÁNÍ

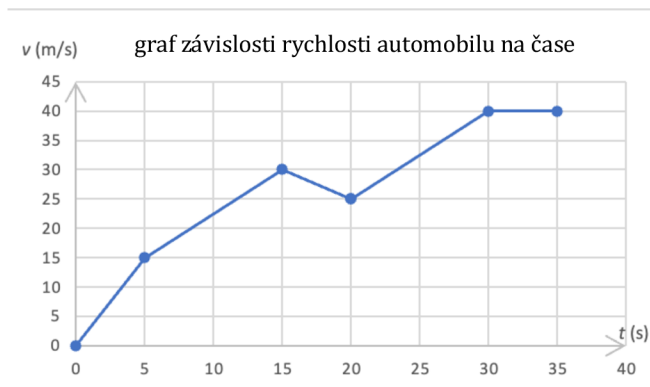
- Zkus vymyslet ke každému pohybu (tj. pohyb rovnoměrně zrychlený, pohyb rovnoměrný přímočarý a pohyb rovnoměrně zpomalený) alespoň jeden příklad.

např. pohyb rovnoměrně zrychlený – rovně vyplouvající loď; pohyb rovnoměrný přímočarý – auto jedoucí po rovině konstantní rychlostí; pohyb rovnoměrně zpomalený – autobus zastavující na semaforech

### 2. Zrychlení automobilu

Během prvních 35 s byla změřena aktuální rychlost vozu (viz graf). Určete průměrné zrychlení vozu.

- během prvních 5 sekund,
- od 5. do 15. sekundy,
- od 15. do 20. sekundy,
- od 30. sekundy dále.



$$\left[ 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; -1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

### Řešení:

$$\begin{aligned} \text{a. } t_0 &= 0 \text{ s} \\ t_5 &= 5 \text{ s} \\ v(t_0) &= 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v(t_5) &= 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ a_1 &= ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \\ a_1 &= \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(t_5) - v(t_0)}{t_5 - t_0} \\ a_1 &= \frac{15 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } a_2 &= \frac{v(t_{15}) - v(t_5)}{t_{15} - t_5} \\ a_2 &= \frac{30 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{15 \text{ s} - 5 \text{ s}} = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } a_3 &= \frac{v(t_{20}) - v(t_{15})}{t_{20} - t_{15}} \\ a_3 &= \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \text{ s} - 15 \text{ s}} = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } a_2 &= \frac{v(t_{35}) - v(t_{30})}{t_{35} - t_{30}} \\ a_4 &= \frac{40 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 40 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{35 \text{ s} - 30 \text{ s}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \dots \text{ auto již nemění svoji rychlost} \end{aligned}$$

Automobil během prvních 5 sekund dosáhl zrychlení  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Od 5. do 15. sekundy měl zrychlení  $1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Od 15. do 20. sekundy dosáhl zrychlení  $-1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , a tedy zpomalil. Následně od 30. sekundy bylo jeho zrychlení  $0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  a automobil již neměnil svoji rychlost.

## Skupina A – Kinematika I. část

### 1. Čím se zabývá **mechanika**?

Mechanika je obor fyziky, který se zabývá mechanickým pohybem těles.

### 2. Vysvětli pojem **trajektorie**.

Trajektorie je množina všech bodů, jimiž hmotný bod během svého pohybu prochází.

### 3. Co platí pro rychlost u **nerovnoměrného pohybu**?

Rychlost se mění.

### 4. Co je **hmotný bod**?

- Model tělesa, u něhož bereme v úvahu hmotnost i jeho rozměry.
- Model tělesa, u něhož bereme v úvahu jeho hmotnost, ale zanedbáváme jeho rozměry.
- Model tělesa, u něhož bereme v úvahu jeho rozměry, ale zanedbáváme jeho hmotnost.

## Skupina B – Kinematika I. část

### 1. Čím se zabývá **kinematika**?

Kinematika popisuje různé druhy pohybů, ale nezabývá se příčinami pohybu.

### 2. Vysvětli pojem **dráha**.

Délka trajektorie, kterou hmotný bod urazí za daný čas.

### 3. Co platí pro rychlost u **rovnoměrného pohybu**?

Rychlost se nemění.

### 4. Co je **hmotný bod**?

- Model tělesa, u něhož bereme v úvahu hmotnost i jeho rozměry.
- Model tělesa, u něhož bereme v úvahu jeho rozměry, ale zanedbáváme jeho hmotnost.
- Model tělesa, u něhož bereme v úvahu jeho hmotnost, ale zanedbáváme jeho rozměry.

5. Automobil projel za 15 minut ulicemi města, přičemž ujel celkem 9 km. Urči jeho průměrnou rychlost.

$$t = 15 \text{ min} = 900 \text{ s}$$
$$s = 9 \text{ km} = 9\,000 \text{ m}$$
$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

---

$$v = \frac{s}{t}$$
$$v = \frac{9\,000 \text{ m}}{900 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Průměrná rychlost automobilu byla  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .**

6. Jaká je rychlost cyklisty při zrychlení  $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , kterou cyklista dosáhne z klidu za dobu 20 s? Výsledek **uved' v  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

$$a = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$t = 20 \text{ s}$$
$$v = ? \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right]$$

---

$$v = a \cdot t$$
$$v = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 \text{ s} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Cyklista jede rychlostí  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

5. Cyklista projel dráhu 3 km za 10 minut. Jaká byla jeho průměrná rychlost?

$$t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$$
$$s = 3 \text{ km} = 3\,000 \text{ m}$$
$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

---

$$v = \frac{s}{t}$$
$$v = \frac{3\,000 \text{ m}}{600 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Průměrná rychlost cyklisty byla  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .**

6. Jaká je rychlost letadla při zrychlení  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , kterou letadlo dosáhne z klidu za dobu 10 s? Výsledek **uved' v  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

$$a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$t = 10 \text{ s}$$
$$v = ? \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right]$$

---

$$v = a \cdot t$$
$$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ s} = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 360 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Letadlo letí rychlostí  $360 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

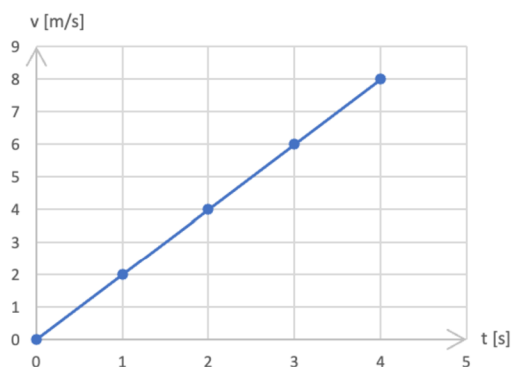
### 4.3 Volný pád a pohyb po kružnici

Třetí studijní text je připraven pro látku na dvě vyučovací hodiny. V úvodu je připraveno opakování na grafy rovnoměrných pohybů. Dále se věnujeme volnému pádu a pohybu po kružnici. Nové učivo je zde shrnuto v bodech pro přehlednější učení. Látka je doplněna obrázky s novými veličinami. Vždy jsou připraveny i dvě řešené úlohy, které si mohou žáci projít sami nebo je možné je řešit u tabule. U pohybu po kružnici je vložen odkaz na hrátky s grafy, kde si žáci mohou prohlédnout jednotlivé grafy na polohu, rychlost a zrychlení. V libovolném bodě průběhu grafu lze úlohu stopnout a žáci mohou ověřit správnost výsledků výpočtem. V procvičování je pro žáky připravena úloha na volný pád, kde si procvičí dosazení do správných vztahů. Také si mohou vyzkoušet správně vytvořit graf. Dále je zde několik příkladů objektů, které vykonávají pohyb po kružnici a žáci mohou vidět, že frekvence nemusí být zadána pouze v základní jednotce hertz [Hz], ale také se používá počet otáček za minutu. Žáci si zde musí frekvenci převést a porovnat tak frekvence jednotlivých objektů, které mohou být zajímavé. V závěrečném opakování je seznam příkladů a pohybů, které mají žáci správně přiřadit. Toto opakování jim pomůže roztrždit různé pohyby. Můžeme jej nechat jako samostatnou práci či dobrovolný domácí úkol. Takové cvičení je pak připraveno i v kontrolní práci. Dále tedy navazuje poslední kontrolní práce z kinematiky.

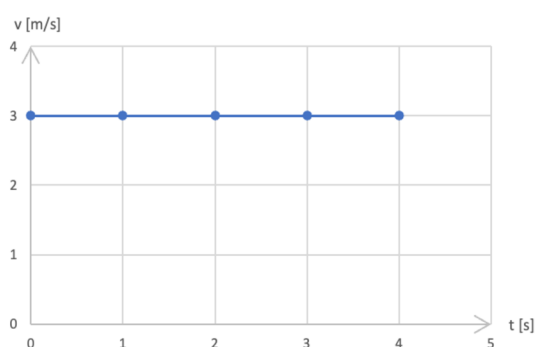
#### OPAKOVÁNÍ – DRUHY POHYBŮ

Ke grafu závislosti rychlosti na čase přiřaď správný typ pohybu. (**Nápověda:** pohyb rovnoměrně zrychlený, pohyb rovnoměrně zpomalený, pohyb rovnoměrný).

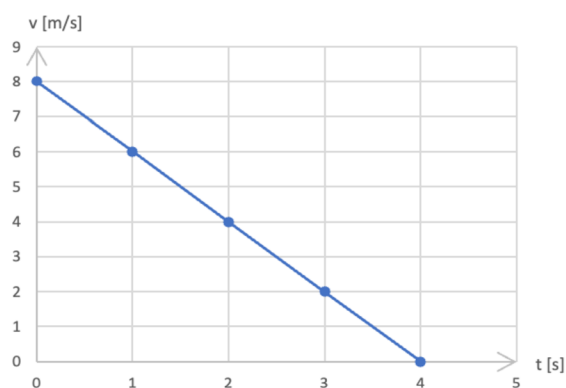
a.



b.



c.



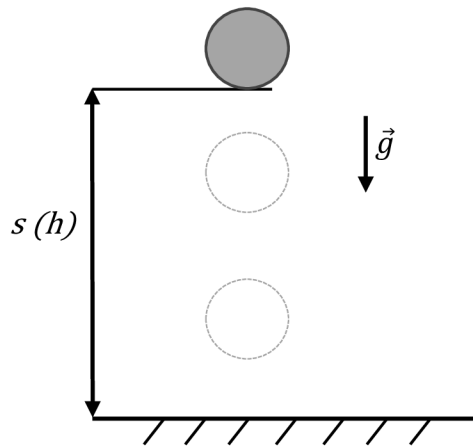
- a. pohyb rovnoměrně zrychlený
- b. pohyb rovnoměrný
- c. pohyb rovnoměrně zpomalený

## NOVÉ UČIVO – VOLNÝ PÁD A POHYB PO KRUŽNICI

### VOLNÝ PÁD

- Jedná se o pohyb rovnoměrně zrychlený v tíhovém poli Země.
- Zrychlení volného pádu nazýváme tíhové zrychlení  $g$ .
- Dohodnutá hodnota **tíhového zrychlení** má velikost  $g \doteq 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  (mnohdy se používá  $g \doteq 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).
- Výpočet okamžité rychlosti volného pádu:  $v = g \cdot t$ .
- Výpočet dráhy volného pádu:

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \text{ (dráhu } s \text{ můžeme také nahradit výškou } h \text{).}$$



### VOLNÝ PÁD VÝPOČTY

1. Kroupy dopadají na zem rychlostí  $11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Z jaké výšky kroupy padají, jestliže neuvažujeme odporové síly vzduchu.

**Řešení:**

$$v = 11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = ? [\text{m}]$$

$$v = g \cdot t \rightarrow t = \frac{v}{g}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{v}{g}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{v^2}{g^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{g}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(11 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \mathbf{6,05 \text{ m}}$$

**Kroupy padají přibližně z výšky 6 metrů.**

2. Jak hluboká je propast Macocha, jestliže volně puštěný kámen dopadne na její dno za dobu 5,25 s? Odpor vzduchu neuvažujte.

**Řešení:**

$$s = ? [\text{m}]$$

$$t = 5,25 \text{ s}$$

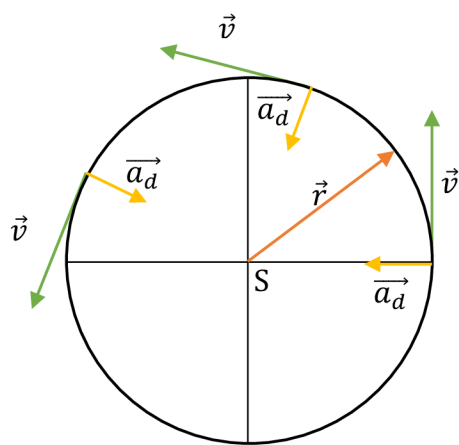
$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (5,25 \text{ s})^2 \doteq \mathbf{138 \text{ m}}$$

**Propast Macocha je hluboká přibližně 138 metrů.**

### ROVNOMĚRNÝ POHYB HMOTNÉHO BODU PO KRUŽNICI

- periodický pohyb = pohyb se stejným způsobem opakuje
- **oběžná doba = perioda** = doba, za kterou hmotný bod opíše celou kružnici
  - o označení:  $T$
  - o jednotka: s (sekunda)
- **frekvence** = počet oběhů hmotného bodu po kružnici za jednotku času
  - o označení:  $f$
  - o jednotka: Hz (hertz)
  - o vztah:  $f = \frac{1}{T}$
- **průvodič** = spojnice hmotného bodu se středem kružnice; délka je rovna poloměru kružnice  $r$
- Dráha, kterou hmotný bod urazí za periodu je rovna délce kružnice:
 
$$s = 2 \cdot \pi \cdot r .$$
- **rovnoměrný pohyb po kružnici**
  - o velikost obvodové rychlosti:  $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \omega \cdot r$ , kde  $\omega$  je úhlová rychlost číselně rovna úhlu, který opíše průvodič hmotného bodu za 1 sekundu
- **úhlová rychlost**
  - o označení:  $\omega$
  - o jednotka:  $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$  (radián za sekundu)
  - o vztah:  $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$
- Při rovnoměrném pohybu po kružnici je velikost rychlosti konstantní, ale mění se směr rychlosti  $\rightarrow$  tečné zrychlení po kružnici je nulové, ale normálové zrychlení nulové není (mění se směr okamžité rychlosti).
- **normálové / dostředivé zrychlení**
  - o označení:  $\vec{a}_d$
  - o jednotka:  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
  - o vztah:  $a_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$



### POHYB PO KRUŽNICI VÝPOČTY

1. Kolotoč koná 15 otáček za minutu. Určete jeho úhlovou rychlost a rychlost chlapce na sedačce, která opisuje kružnici o poloměru 5 m.

**Řešení:**

$$f = 15 \frac{\text{otáček}}{\text{minutu}} = \frac{15 \text{ otáček}}{60 \text{ sekund}} = 0,25 \text{ Hz}$$

$$\omega = ? \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

---

$$r = 5 \text{ m}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot 0,25 \text{ Hz} = \frac{\pi}{2} \text{ Hz} \doteq 1,57 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$v = \frac{\pi}{2} \cdot 5 \text{ m} \doteq 7,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Úhlová rychlost kolotoče je přibližně  $1,57 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ . Rychlost chlapce na sedačce je přibližně  $7,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .**

2. Automobil projíždí zatáčkou o poloměru 50 m rychlostí o stálé velikosti  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jak velké je dostředivé zrychlení automobilu v zatáčce?

**Řešení:**

$$r = 50 \text{ m}$$

$$v = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_d = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

---

$$a_d = \frac{v^2}{r}$$

$$a_d = \frac{(10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{50 \text{ m}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**Dostředivé zrychlení automobilu v zatáčce jsou  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .**

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Vypočítejte okamžitou rychlost a dráhu volně padajícího tělesa ve vakuu za dobu 1 s, 2 s, 3 s, 4 s, 5 s. Výsledky zapisujte do vhodně připravené tabulky. Sestrojte graf závislosti dráhy volného pádu tělesa na čase.

**Řešení:**

Použijeme vzorce pro volný pád. Pro výpočet okamžité rychlosti:  $v = g \cdot t$ .

Pro výpočet dráhy:  $s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ .



$t$ [s]	$v$ [ $\frac{m}{s}$ ]	$s$ [m]
1	10	5
2	20	20
3	30	45
4	40	80
5	50	125



2. Porovnejte frekvence otáčení.



Pořadí od největší po nejmenší frekvenci	předmět	frekvence [Hz]
1	pevný disk	120
2	centrifuga	58,3
3	vrtačka	17,5
4	buben pračky	0,95
5	kolotoč	0,2
6	Země	0,000 012

## OPAKOVÁNÍ

Rozděl příklady ke správným typům pohybu.

**Příklady:**

parašutista, kolotoč, brzdící autobus, bruslař v zatáčce, rozjíždějící se cyklista, oběh Země kolem Slunce, déšť dopadající na zem, běžec za cílovou páskou

**Pohyb rovnoměrně zpomalený:** brzdící autobus, běžec za cílovou páskou

**Volný pád:** parašutista, déšť dopadající na zem

**Pohyb rovnoměrně zrychlený:** rozjíždějící se cyklista

**Pohyb po kružnici:** kolotoč, bruslař v zatáčce, oběh Země kolem Slunce

## Skupina A – Kinematika II. část

1. Jak dělíme pohyb podle tvaru trajektorie?

Přímočarý a křivočarý

2. Co je to perioda (oběžná doba)?

Doba, za kterou hmotný bod opíše celou kružnici.

3. Rozděľ příklady ke správným typům pohybů.

**Příklady:** parašutista, družice, brzdící automobil, konec ručičky hodin, padající kamínek do studny, rozjíždějící se cyklista, běžec v zatáčce, běžec za cílovou páskou

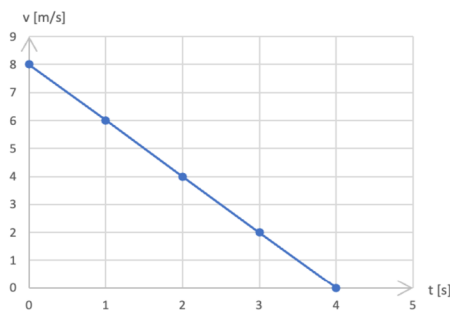
**Pohyb rovnoměrně zpomalený:** brzdící automobil, běžec za cílovou páskou

**Volný pád:** parašutista, padající kamínek do studny

**Pohyb rovnoměrně zrychlený:** rozjíždějící se cyklista

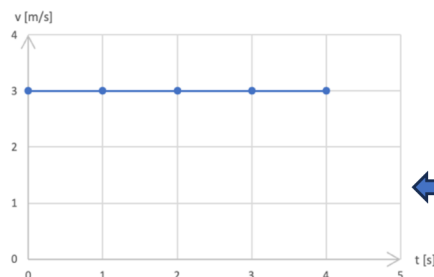
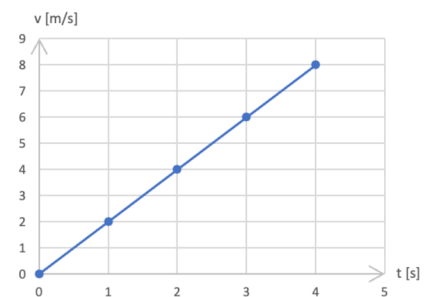
**Pohyb po kružnici:** družice, konec ručičky hodin, běžec v zatáčce

4. Ke grafu závislosti rychlosti na čase přiřaď správný typ pohybu. (**nápověda:** pohyb rovnoměrný; pohyb rovnoměrně zrychlený; pohyb rovnoměrně zpomalený)



↑  
pohyb rovnoměrně zpomalený

→  
pohyb rovnoměrně zrychlený



←  
pohyb rovnoměrný

5. Automobil, jehož kola mají poloměr 0,3 m jede rychlostí  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jaká je úhlová rychlost jeho kol?

$$r = 0,3 \text{ m}$$

$$v = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega = ? \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

$$v = \omega \cdot r \quad \rightarrow \quad \omega = \frac{v}{r}$$

$$\omega = \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,3 \text{ m}} \doteq 83,3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

**Úhlová rychlost kol automobilu je přibližně  $83,3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ .**

#### Skupina B – Kinematika II. část

1. Jak dělíme pohyb podle tvaru trajektorie?

Přímočarý a křivočarý

2. Co je to frekvence?

Počet oběhů hmotného bodu po kružnici za jednotku času.

3. Rozděli příklady ke správným typům pohybů.

**Příklady:** parašutista, družice, brzdící automobil, konec ručičky hodin, padající kamínek do studny, rozjíždějící se cyklista, běžec v zatáčce, běžec za cílovou páskou

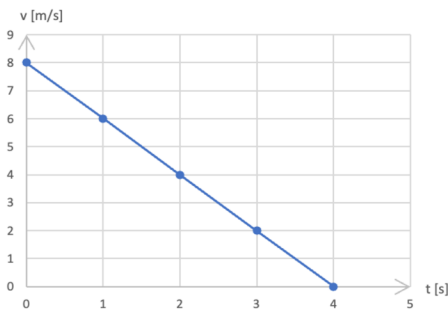
**Pohyb rovnoměrně zpomalený:** brzdící automobil, běžec za cílovou páskou

**Volný pád:** parašutista, padající kamínek do studny

**Pohyb rovnoměrně zrychlený:** rozjíždějící se cyklista

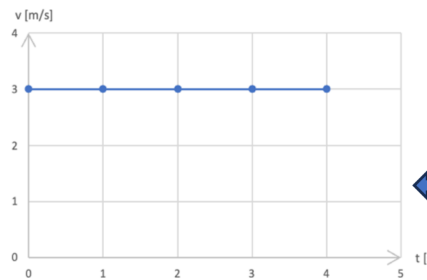
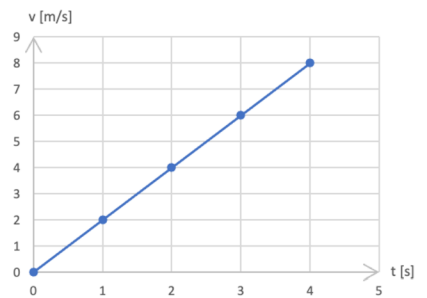
**Pohyb po kružnici:** družice, konec ručičky hodin, běžec v zatáčce

4. Ke grafu závislosti rychlosti na čase přiřaď správný typ pohybu. (**nápověda:** pohyb rovnoměrný; pohyb rovnoměrně zrychlený; pohyb rovnoměrně zpomalený)



↑  
pohyb rovnoměrně zpomalený

→  
pohyb rovnoměrně zrychlený



← pohyb rovnoměrný

5. Automobil, jehož kola mají poloměr 0,3 m jede rychlostí  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jaká je úhlová rychlost jeho kol?

$$r = 0,3 \text{ m}$$

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega = ? \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

$$v = \omega \cdot r \quad \rightarrow \quad \omega = \frac{v}{r}$$

$$\omega = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,3 \text{ m}} \doteq 66,6 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Úhlová rychlost kol automobilu je přibližně  $66,6 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ .

## 4.4 Síly

Čtvrtý studijní text je připraven pro látku na dvě až tři vyučovací hodiny. Probrání učiva je na dvě hodiny, ale je dobré věnovat jednu hodinu výpočtům, aby se žáci orientovali v rozdílných silách. Je dobré si připravit poté ještě několik úloh na procvičení, které mohou žáci počítat ve skupinách. Text otevírá další kapitolu, a to dynamiku. V úvodu je připraveno opakování na základní pojmy z tématu pohyb po kružnici. Poté se dostáváme k novému učivu a zabýváme se silami. V procvičování jsou na ukázkou čtyři řešené úlohy, od každé nově probrané síly jedna. V závěrečném opakování je krátký odstavec na doplnění slov obsahující nově probrané učivo. Může sloužit k zopakování na závěr hodiny nebo jako dobrovolný domácí úkol. Dále může navazovat krátká kontrolní práce s otázkami na síly a s výpočtem úloh.

### OPAKOVÁNÍ – POHYB PO KRUŽNICI

Přiřaď k sobě správné dvojice.

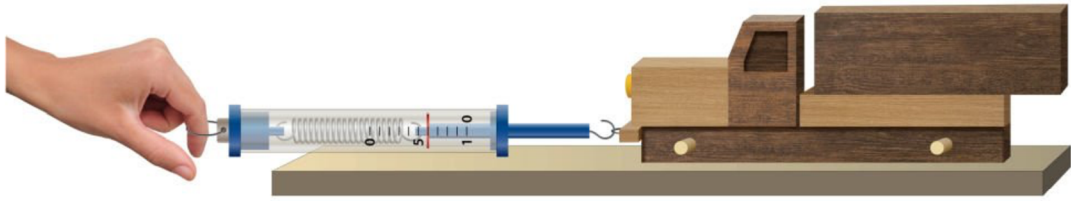
OBVODOVÁ RYCHLOST	= vyjadřuje změnu dráhy za jednotku času
FREKVENCE	= počet oběhů hmotného bodu po kružnici za jednotku času
PERIODA	= doba, za kterou hmotný bod opíše celou kružnici
ÚHLOVÁ RYCHLOST	= vyjadřuje změnu úhlu za jednotku času
PRŮVODIČ	= spojnice hmotného bodu se středem kružnice

### NOVÉ UČIVO – SÍLY

#### SÍLA

- Síla je vektorová veličina, která je dána velikostí, směrem a polohou svého působíště.
- Sílu znázorňujeme orientovanou úsečkou, jejíž délka vyjadřuje velikost síly
- příčinou pohybu je vždy síla.
- Síla popisuje vzájemné působení těles.
- **označení:**  $\vec{F}$
- **jednotka:** N (newton)

- Přístroj na měření síly: **siloměr**.



### VZNIK SÍLY

- Vzájemným **dotykem**,
- prostřednictvím **silového pole** (gravitační, elektrické, magnetické).

### ÚČINKY SÍLY

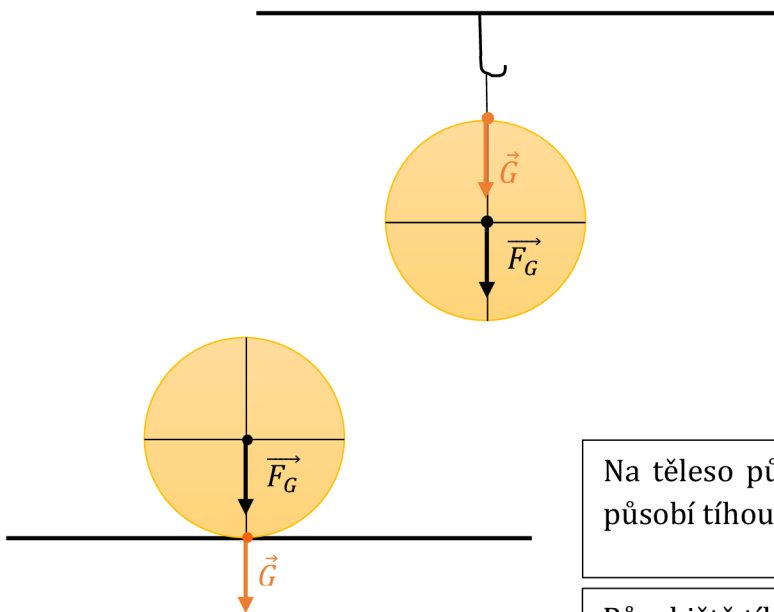
- **Pohybové** – síla uvádí těleso do pohybu (volný pád, rozjezd auta),
- **deformační** – síla deformuje těleso (prodloužení pružiny, stlačení míče).

### TÍHOVÁ SÍLA

- Má svislý směr.
- **označení:**  $\vec{F}_G$
- Tíhové zrychlení označujeme  $\vec{g}$ .
- Na těleso o hmotnosti  $m$  působí tíhová síla o velikosti  $F_G = m \cdot g$ .

### TÍHA TĚLESA

- Projevuje se jako tlaková síla, kterou působí těleso na podložku, nebo jako tahová síla u zavěšeného tělesa.
- Existence této síly umožňuje měřit hmotnost těles vážením.
- **označení:**  $\vec{G}$



Na těleso působí tíhová síla a těleso působí tíhou na podložku.

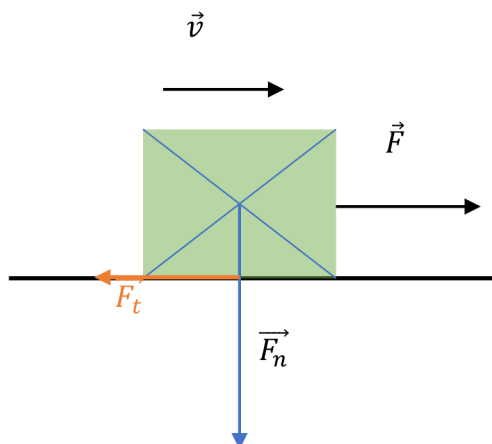
Působíště tíhové síly je v těžišti tělesa a působíště tíhy leží na stykové ploše s podložkou nebo v bodě závěsu.

## ODPOROVÉ SÍLY

- mají vždy směr proti pohybu tělesa
- brzdí pohyb těles

### • smykové tření

- Vzniká při posouvání tělesa na povrchu jiného tělesa.
- **označení** třecí síly:  $\vec{F}_t$
- výpočet:  $F_t = f \cdot F_n$ , kde  $f$  je součinitel smykového tření [bez jednotky] a  $\vec{F}_n$  je normálová síla kolmá k podložce [N]
- **tření v praxi** – snižování tření (voskování lyží) nebo zvyšování tření (posyp chodníků v zimě)



## DOSTŘEDIVÁ SÍLA

- Jedná se o pohyb hmotného bodu po kružnici.
- dostředivé zrychlení:  $\vec{a}_d$
- Příčinou zrychlení je dostředivá síla.
- vztah:  $F_d = m \cdot a_d$

## ➡ PROCVIČOVÁNÍ

1. Jak velká tíhová síla působí na člověka o hmotnosti 60 kg na povrchu Země? Jak velká přitažlivá síla na něho působí na povrchu Měsíce? Zrychlení volného pádu na povrchu Měsíce je šestkrát menší než na povrchu Země.

### Řešení:

$$m = 60 \text{ kg}$$

$$F_{G_{\text{Země}}} = ? \text{ [N]}$$

$$F_{G_{\text{Měsíc}}} = ? \text{ [N]}$$

$$g_{\text{Měsíc}} = \frac{g}{6} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{G_{\text{Země}}} = m \cdot g$$

$$F_{G_{\text{Země}}} = 60 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{600 \text{ N}}$$

$$F_{G_{\text{Měsíc}}} = m \cdot g_{\text{Měsíc}}$$

$$F_{G_{\text{Měsíc}}} = 60 \text{ kg} \cdot \frac{5}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{100 \text{ N}}$$

**Na povrchu Země působí na člověka tíhová síla o velikosti 600 N a na povrchu Měsíce 100 N.**

2. Sáně s nákladem o hmotnosti 80 kg jedou stálou rychlostí po kluzké vodorovné silnici působením tažné síly 120 N. Určete hodnotu součinitele smykového tření.



**Řešení:**

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$F = 120 \text{ N}$$

$$f = ?$$

---

$$F = f \cdot F_n = f \cdot m \cdot g \rightarrow f = \frac{F}{m \cdot g}$$

$$f = \frac{120 \text{ N}}{80 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,15$$

**Součinitel smykového tření mezi sáněmi a silnicí je 0,15.**

3. Kulička o hmotnosti 100 g připevněná na vlákno koná rovnoměrný pohyb po kružnici o poloměru 50 cm s frekvencí jeden oběh za sekundu. Jak velkou silou je napínáno vlákno?

**Řešení:**

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

$$r = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$f = 1 \frac{\text{oběh}}{\text{s}} = 1 \text{ Hz}$$

$$F = ? [\text{N}]$$

---

$$F = m \cdot a_d = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot (2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot r$$

$$F = 0,1 \text{ kg} \cdot (2 \cdot \pi \cdot 1)^2 \cdot 0,5 \text{ m} \doteq 2 \text{ N}$$

**Vlákno je napínáno silou přibližně 2 N.**

## OPAKOVÁNÍ

Doplň do textu správná slova.

Síla je vektorová veličina, která je dána velikostí, směrem a polohou svého působíště. Sílu znázorňujeme orientovanou úsečkou, jejíž délka vyjadřuje velikost síly. Jednotkou síly je newton. Síla může vzniknout vzájemným dotykem nebo prostřednictvím silového pole. Účinky síly mohou být pohybové nebo deformační. Na tělesa může působit tíhová síla a těleso působí tíhou na podložku. Síly, které brzdí pohyb těles se nazývají odporové síly. Mezi ně řadíme smykové tření a valivý odpor.

### Skupina A – Síly

1. Napiš 2 způsoby, jak může vznikat síla.
  - 1) vzájemným dotykem
  - 2) prostřednictvím silového pole
2. Zapiš vzorec pro výpočet tíhové síly. Ke každé použité veličině zapiš její název a jednotku.

$$F_G = m \cdot g$$

$F_G$  ... tíhová síla, [N]

$m$  ... hmotnost, [kg]

$g$  ... tíhové zrychlení,  $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$

3. Urči, jak velkou silou přitahuje Země těleso o hmotnosti 4 kg.  
 $F = ?$  [N]  
 $m = 4$  kg

---

$$F = m \cdot g$$

$$F = 4 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 40 \text{ N}$$

**Těleso je přitahováno silou o velikosti 40 N.**

4. Dělník posunuje rovnoměrným pohybem bednu o hmotnosti 50 kg. Jak velkou silou na ni působí, je-li součinitel smykového tření 0,4?  
 $m = 50$  kg  
 $F = ?$  [N]  
 $f = 0,4$

---

$$F = f \cdot F_n = f \cdot m \cdot g$$

$$F = 0,4 \cdot 50 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200 \text{ N}$$

**Dělník působí na bednu silou o velikosti 200 N.**

### Skupina B – Síly

1. Napiš 2 účinky, které může mít síla.
  - 1) pohybové
  - 2) deformační
2. Zapiš vzorec pro výpočet tíhové síly. Ke každé použité veličině zapiš její název a jednotku.

$$F_G = m \cdot g$$

$F_G$  ... tíhová síla, [N]

$m$  ... hmotnost, [kg]

$g$  ... tíhové zrychlení,  $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$

3. Urči, jak velkou silou přitahuje Země těleso o hmotnosti 5 kg.  
 $F = ?$  [N]  
 $m = 5$  kg

---

$$F = m \cdot g$$

$$F = 5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 50 \text{ N}$$

**Těleso je přitahováno silou o velikosti 50 N.**

4. Dělník posunuje rovnoměrným pohybem bednu o hmotnosti 30 kg. Jak velkou silou na ni působí, je-li součinitel smykového tření 0,4?  
 $m = 30$  kg  
 $F = ?$  [N]  
 $f = 0,4$

---

$$F = f \cdot F_n = f \cdot m \cdot g$$

$$F = 0,4 \cdot 30 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 120 \text{ N}$$

**Dělník působí na bednu silou o velikosti 120 N.**

## 4.5 Newtonovy pohybové zákony a hybnost

Pátý studijní text je připraven pro látku na tři vyučovací hodiny. Je vhodné s žáky diskutovat uplatnění Newtonových zákonů v běžném životě. Žákům pouštím k tomuto tématu i videa dostupná na Youtube, a to:

1.NPZ: <https://www.youtube.com/watch?v=0Cxlie4AN A>

2.NPZ: <https://www.youtube.com/watch?v=ht6NfrpOD2E&t=1s>

3.NPZ: <https://www.youtube.com/watch?v=MCdhh9JHEIU&t=131s>

Tato videa působila i vtipně a mé žáky zaujala.

V úvodu je připraveno opakování na síly. Je zde vložen odkaz pro aktivitu, která je veřejná a učitel si v ní může nastavit veškeré možnosti a publikovat žákům odkaz přímo k plnění aktivity. Tato aktivita se dá hrát na PC, ale i na telefonu. Poté probíráme nové učivo a zabýváme se Newtonovými pohybovými zákony a hybností. Vše je uvedeno stručně sloužící pouze jako výčet teorie či zápis do sešitu. V procvičování jsou dvě neřešené úlohy, které se mohou spočítat v hodině na tabuli nebo mohou sloužit pro samostatnou práci žáků. V závěrečném opakování jsou dvě krátká cvičení k zamyšlení na zákon setrvačnosti. Dále navazuje kontrolní práce na probrané téma obsahující jednu početní úlohu.

### OPAKOVÁNÍ – SÍLY

Hledání slov – k opakování [klikni sem](#).

Žáci v této aktivitě hledají slova, která souvisí s poslední probranou látkou – síly. Vpravo mají žáci nápovědy k hledaným slovům a jakmile ho najdou, musí k němu přiřadit i tu správnou nápovědu. Časový limit je stanoven na 10 minut a žáci mají 5 životů k nesprávnému označení (kdyby náhodou jen tipovali). Samozřejmě si každý učitel může v aktivitě nastavit sám možnosti aktivity a zadání.

9:52 Klepněte na skryté slovo

P	O	H	Y	B	Ú	O	D	P	O	R	G
Š	B	Y	Z	R	Y	C	H	L	E	N	Í
C	A	Ž	N	V	E	K	T	O	R	P	D
R	G	J	Y	S	T	Ě	N	Ó	S	E	
Ň	R	D	Ý	D	Í	Á	Ť	É	L	I	F
O	A	T	T	Ď	Y	L	Ů	Ě	J	L	O
B	V	Ř	Í	Ý	N	N	A	Z	Č	O	R
V	I	E	H	U	E	F	A	Ť	Ó	M	M
Á	T	N	A	Š	W	O	Á	M	C	Ě	A
É	A	Í	B	L	T	Ú	K	V	I	R	C
U	C	V	Y	L	O	H	É	A	Š	K	E
É	E	Ý	G	Ú	N	G	N	Ň	Ó	É	A

Orientovaná úsečka, která je definována svojí velikostí a směrem.

Obor mechaniky, který se zabývá příčinami změn pohybového stavu těles.

**Základní jednotka síly.**

Veličina popisující vzájemné působení těles.

**Valivý .....**

Fyzikální veličina vyjadřující sílu, kterou působí těleso v gravitačním poli na podložku nebo závěs.

Odpor proti pohybu jednoho tělesa po povrchu druhého tělesa.

Změna tvaru tělesa v důsledku působení sil.

Proces změny polohy tělesa v prostoru.

**Dostředivé .....**

Přírodní jev, který se projevuje jako vzájemné přitažlivé působení všech objektů, které mají hmotnost nebo energii.

## NOVÉ UČIVO – NEWTONOVY POHYBOVÉ ZÁKONY A HYBNOST

### PRVNÍ NEWTONOVŮV POHYBOVÝ ZÁKON – ZÁKON SETRVAČNOSTI

- „Každé těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud není nuceno působením vnějších sil tento stav změnit.“
- **setrvačnost** = vlastnost těles setrvávat ve stavu před vnějším fyzikálním působením
- **Klikni sem** a zastav autobus. Všimni si, co se děje s tělesy v autobuse.
- U appletu je vhodné diskutovat s žáky, co se stane, když autobus prudce zastaví nebo se rozjede. Zajímavostí je, co se děje s balonkem naplněným heliem. Zde je vhodné s žáky prodiskutovat, že zákon setrvačnosti působí i na plyny, tudíž vzduch natlačený na jednu stranu, poté tlačí balonek s heliem, jehož hustota je menší než hustota vzduchu, na stranu druhou.

### DRUHÝ NEWTONOVŮV POHYBOVÝ ZÁKON – ZÁKON SÍLY

- „Síla  $\vec{F}$  udělje tělesu o hmotnosti  $m$  zrychlení  $\vec{a}$ , jehož velikost je přímo úměrná velikosti síly a nepřímo úměrná hmotnosti tělesa.“
- Čím větší je hmotnost tělesa, tím větší síla je nutná k dosažení požadovaného zrychlení.
- **pohybová rovnice:**  $F = m \cdot a$

### ZÁKON SÍLY VÝPOČTY

1. S jakým zrychlením se rozjíždí vozík o hmotnosti 20 kg, působí-li na něj chlapec silou 50 N?

**Řešení:**

$$a = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

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

$$F = 50 \text{ N}$$

---

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{50 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**Vozík se pohybuje se zrychlením  $2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .**

2. Automobil o hmotnosti 1 t se rozjíždí z klidu a za dobu 20 sekund dosáhne rychlosti  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jak velkou tažnou sílu vyvinul motor automobilu? Odporové síly neuvažujte.

**Řešení:**

$$m = 1 \text{ t} = 1\,000 \text{ kg}$$

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

$$v = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = ? [\text{N}]$$

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v}{t}$$

$$F = 1000 \text{ kg} \cdot \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \text{ s}} = \mathbf{1250 \text{ N}}$$

**Motor automobilu vyvinul tažnou sílu o velikosti 1250 N.**

### TŘETÍ NEWTONŮV POHYBOVÝ ZÁKON – ZÁKON AKCE A REAKCE

- „Síly, kterými na sebe vzájemně působí dvě tělesa, jsou stejně velké, mají opačný směr, současně vznikají a zanikají.“
- Každá akce vyvolá reakci opačného směru.
- Síly akce a reakce působí každá na jiné těleso, proto se ve svých účincích nevyruší.
- [Zde klikni](#) a potahuj se siloměry, abys viděl, jak funguje zákon akce a reakce.
- [Applet slouží k pozorování siloměrů při pohybu k sobě i od sebe. Při pohybu jednoho siloměru se změní velikost působící síly i na druhém siloměru.](#)

### HYBNOST TĚLESA

- vektorová veličina
- stejný směr jako rychlost tělesa
- charakterizuje pohybový stav těles
- **označení:**  $\vec{p}$
- **jednotka:**  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Hybnost definujeme jako součin hmotnosti a rychlosti tělesa:  $p = m \cdot v$ .
- Změnu pohybového stavu způsobí vnější síla:  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ .

### ZÁKON ZACHOVÁNÍ HYBNOSTI

- **Izolovaná soustava** hmotných bodů je soustava, na kterou nepůsobí žádné vnější síly.
  - „Celková hybnost všech těles v izolované soustavě se zachovává, tj. zachovává se směr i velikost celkové hybnosti.“
- = na začátku i na konci děje je celková hybnost stejná
- [Zde může učitel nakreslit na tabuli dva vozíčky, které se srazí a pohybují se spolu nějakou výslednou rychlostí. Objasní dva případy, a to, když jeden vozíček je v pohybu a druhý stojí → vztah pro rychlost je:  \$v = \frac{m\_1 \cdot v\_1}{m\_1 + m\_2}\$ , poté pokud jsou oba vozíčky v pohybu → jde o vztah:  \$v = \frac{m\_1 \cdot v\_1 + m\_2 \cdot v\_2}{m\_1 + m\_2}\$ .](#)

## HYBNOST TĚLESA VÝPOČTY

1. Kulečnicková koule o hmotnosti 200 g nabude silou úderu 3 N rychlost  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .  
Určete dobu působení úderu.

**Řešení:**

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$F = 3 \text{ N}$$

$$v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = ? [\text{s}]$$

---

$$F = \frac{p}{t} = \frac{m \cdot v}{t} \rightarrow t = \frac{m \cdot v}{F}$$

$$t = \frac{0,2 \text{ kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ N}} \doteq \mathbf{0,13 \text{ s}}$$

**Úder působí na kouli po dobu přibližně 0,13 sekund.**

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Vlak o hmotnosti 500 t se rozjíždí z klidu působením tažné síly lokomotivy 100 kN. Jak velké rychlosti dosáhne za dobu 1 minuty od začátku svého pohybu?

**Řešení:**

$$m = 500 \text{ t} = 500\,000 \text{ kg}$$

$$F = 100 \text{ kN} = 100\,000 \text{ N}$$

$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

---

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v}{t} \rightarrow v = \frac{F \cdot t}{m}$$

$$v = \frac{100\,000 \text{ N} \cdot 60 \text{ s}}{500\,000 \text{ kg}} = \mathbf{12 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

**Za dobu 1 minuty dosáhne vlak rychlosti  $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .**

2. Jak velkou silou udeří hokejista do stojícího puku o hmotnosti 165 g, jestliže puk nabyl rychlosti  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ? Doba působení nárazové síly byla 0,01s.

**Řešení:**

$$F = ? [\text{N}]$$

$$m = 165 \text{ g} = 0,165 \text{ kg}$$

$$v = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 0,01 \text{ s}$$

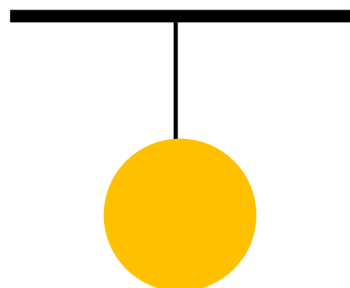
$$F = \frac{p}{t} = \frac{m \cdot v}{t}$$
$$F = \frac{0,165 \text{ kg} \cdot 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,01 \text{ s}} = 412,5 \text{ N}$$

**Hokejista udeřil do puku silou o velikosti 412,5 N.**

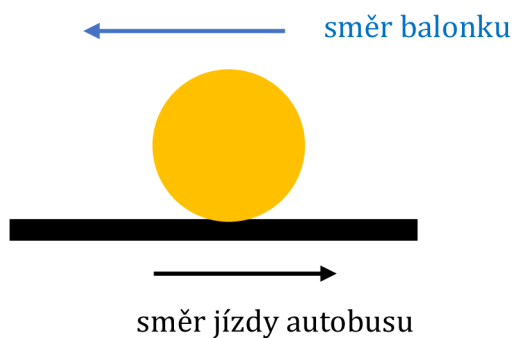
## OPAKOVÁNÍ

1. Na stropě autobusu je připevněný balonek. Dle obrázku vyber všechny možnosti, které mohou být pravdivé.

- a. autobus stojí
- b. autobus zrychluje
- c. autobus zpomaluje
- d. autobus jede stále stejnou rychlostí



2. Na podlaze autobusu leží balonek. Jak se bude pohybovat, až se dá autobus do pohybu? Doplně správný směr do obrázku.



### Skupina A – Newtonovy pohybové zákony a hybnost

1. Vyjmenuj 3 Newtonovy pohybové zákony.

zákon setrvačnosti

zákon síly

zákon akce a reakce

2. Vyber si jeden Newtonův zákon a napiš jeho definici nebo ho vlastními slovy popiš.

...

3. Co charakterizuje hybnost tělesa?

Hybnost charakterizuje pohybový stav těles.

4. Astronaut Albert zatlačí silou na astronauta Boba. Co se potom stane?
  - a. Protože Albert odstrčil Boba, zůstane Albert na místě a Bob odletí pryč.
  - b. Protože se Albert odtlačil od Boba, zůstane Bob na místě a Albert odletí pryč.
  - c. Albert odstrčil Boba, a zároveň se i Albert odtlačil od Boba. Proto odletí oba, každý na opačnou stranu.

### Skupina B – Newtonovy pohybové zákony a hybnost

1. Vyjmenuj 3 Newtonovy pohybové zákony.

zákon setrvačnosti

zákon síly

zákon akce a reakce

2. Vyber si jeden Newtonův zákon a napiš jeho definici nebo ho vlastními slovy popiš.

...

3. Co říká zákon zachování hybnosti?

Na začátku i na konci děje je celková hybnost stejná.

4. Představ si jezdící schody (eskalátory), které se prudce zabrzdí. Co se asi stane s člověkem, který na nich stál?
  - a. upadne ve směru jízdy
  - b. upadne proti směru jízdy
  - c. nijak to brždění nepozná



5. Jaké rychlosti dosáhne z klidu těleso o hmotnosti 24 kg, když na ně bude po dobu 20 s působit konstantní síla 96 N? Jaká bude hybnost tohoto tělesa?

**Řešení:**

$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$m = 24 \text{ kg}$$

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

$$F = 96 \text{ N}$$

$$p = ? [\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

---

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v}{t} \quad \rightarrow \quad v = \frac{F \cdot t}{m}$$
$$v = \frac{96 \text{ N} \cdot 20 \text{ s}}{24 \text{ kg}} = \mathbf{80 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$p = F \cdot t$$

$$p = 96 \text{ N} \cdot 20 \text{ s} = \mathbf{1\,920 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

**Těleso dosáhne rychlosti 80 m/s a hybnosti 1 920 kg · m · s<sup>-1</sup>.**

5. Jaké rychlosti dosáhne z klidu těleso o hmotnosti 24 kg, když na ně bude po dobu 10 s působit konstantní síla 84 N? Jaká bude hybnost tohoto tělesa?

**Řešení:**

$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$m = 24 \text{ kg}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$F = 84 \text{ N}$$

$$p = ? [\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

---

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v}{t} \quad \rightarrow \quad v = \frac{F \cdot t}{m}$$
$$v = \frac{84 \text{ N} \cdot 10 \text{ s}}{24 \text{ kg}} = \mathbf{35 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$p = F \cdot t$$

$$p = 84 \text{ N} \cdot 10 \text{ s} = \mathbf{840 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

**Těleso dosáhne rychlosti 35 m/s a hybnosti 840 g · m · s<sup>-1</sup>.**

## 4.6 Mechanická práce a energie

Šestý studijní text je připraven pro látku na tři až čtyři vyučovací hodiny. V opakování je připravena hra Kahoot, kde si žáci zopakují Newtonovy pohybové zákony. Učitel může hru použít pro celou třídu, kdy mohou žáci soutěžit, nebo může učitel poslat žákům odkaz a žáci si mohou aktivitu vyplnit samostatně. Kahoot mohou žáci hrát na PC nebo i v telefonech. Výhodou je, když má škola přístupnou Wi-Fi pro žáky. Poté se zabýváme mechanickou prací a energií. Vše je uvedeno stručně sloužící pouze jako výčet teorie či zápis do sešitu. Text je obohacen o vytvořené obrázky a o početní úlohy s řešením. V procvičování jsou tři neřešené úlohy, které se mohou spočítat v hodině na tabuli nebo mohou sloužit pro samostatnou práci žáků. V závěrečném opakování je několik otázek na zopakování nového učiva. Dále navazuje studijní text s tématem výkon, příkon a účinnost. Až poté následuje kontrolní práce na probraná témata s početními úlohami, která je tentokrát celá formou testu.

### OPAKOVÁNÍ – NPZ

[Zde klikni](#) a zopakuj si minulou látku. [Kahoot – opakování na Newtonovy pohybové zákony](#). Učitel může využít na začátku hodiny pro celou třídu nebo může zadat jako samostatné cvičení. Odkaz je zde pro učitele, kdy se přihlásí na stránkách a poté ukáže žákům kód nebo vytvoří domácí úkol. V přílohách je odkaz přímo na aktivitu, kdy si žák sám zvolí verzi hry.

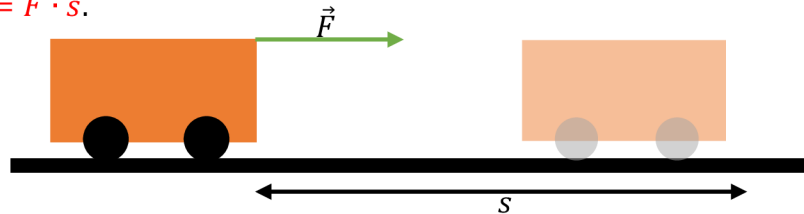
The screenshot displays the Kahoot! quiz interface for a quiz titled "NPZ". The quiz has 2 plays and 19 players. The interface includes buttons for "Start", "Assign", and "Play solo". The quiz is public and was updated 4 months ago by a user named "nepovimovak". The quiz consists of 10 questions, with the first six visible in the list:

- 1 - Quiz: Jak se jmenuje 1. Newtonův pohybový zákon?
- 2 - Quiz: Doplň 1.NPZ: "Těleso setrvává v klídu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, ..."
- 3 - Quiz: Setrvačnost tělesa je ...
- 4 - Quiz: Vesmírná loď při svém letu mezi galaxiemi vypnula motor. Jak se bude pohybovat dál?
- 5 - Quiz: Jak se jmenuje 2. Newtonův pohybový zákon?
- 6 - Quiz: Čím můžeme uvést těleso do pohybu?

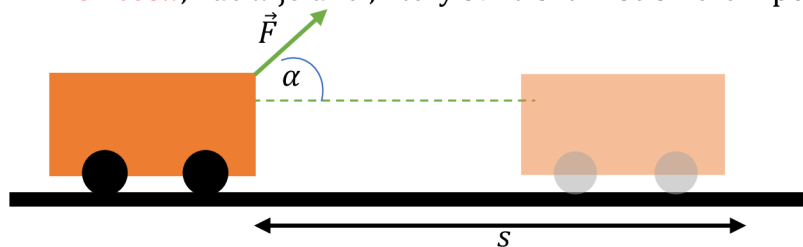
## NOVÉ UČIVO – MECHANICKÁ PRÁCE A ENERGIE

### MECHANICKÁ PRÁCE

- **označení:**  $W$
- **jednotka:** J (joule)
- Těleso koná mechanickou práci, jestliže přemístí působením síly jiné těleso po dráze ve směru síly.
- Mechanická práce konaná silou **působící** na těleso ve směru pohybu je  $W = F \cdot s$ .



- Mechanická práce konaná silou **nepůsobící** na těleso ve směru pohybu je  $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$ , kde  $\alpha$  je úhel, který svírá síla  $\vec{F}$  se směrem pohybu tělesa.



### MECHANICKÁ PRÁCE VÝPOČTY

1. Cyklista jede stálou rychlostí po vodorovné silnici proti větru, který na něj působí stálou silou 12 N. Jakou práci vykoná při překonání síly větru na dráze 5 km? Jakou práci by vykonal, pokud by směr větru svíral se směrem jeho pohybu úhel  $60^\circ$ ?

**Řešení:**

$$F = 12 \text{ N}$$

$$W_1 = ? \text{ [J]}$$

$$s = 5 \text{ km} = 5\,000 \text{ m}$$

$$W_2 = ? \text{ [J]} \text{ pro } \alpha = 60^\circ$$

---

$$W_1 = F \cdot s$$

$$W_1 = 12 \text{ N} \cdot 5\,000 \text{ m} = \mathbf{60\,000 \text{ J} = 60 \text{ kJ}}$$

$$W_2 = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$

$$W_2 = 12 \text{ N} \cdot 5\,000 \text{ m} \cdot \cos(60^\circ) = \mathbf{30\,000 \text{ J} = 30 \text{ kJ}}$$

**Cyklista při překonávání síly větru vykoná práci 60 kJ. Pokud by směr větru svíral s pohybem cyklisty úhel  $60^\circ$ , vykonal by cyklista práci 30 kJ.**

### MECHANICKÁ ENERGIE

- = schopnost tělesa konat práci
- skalární fyzikální veličina

- **označení:**  $E$
- **jednotka:** J (joule)
- Těleso, které má energii, může vykonat odpovídající práci.
- Každá změna energie je spojena s konáním práce.

### KINETICKÁ (POHYBOVÁ) ENERGIE

- Charakterizuje pohybový stav tělesa vzhledem k vztažné soustavě.
- Kinetickou energii má pohybující se těleso.
- Souvisí s rychlostí, kterou těleso získalo působením síly.
- **označení:**  $E_k$
- **jednotka:** J (joule)
- vztah:  $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- Zde může učitel předvést odvození vztahu pro kinetickou energii:  

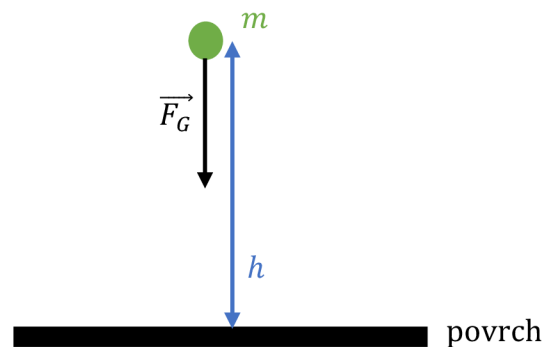
$$W = F \cdot s = m \cdot a \cdot s = m \cdot a \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (a \cdot t)^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = E_k$$

### POTENCIÁLNÍ (POLOHOVÁ) ENERGIE

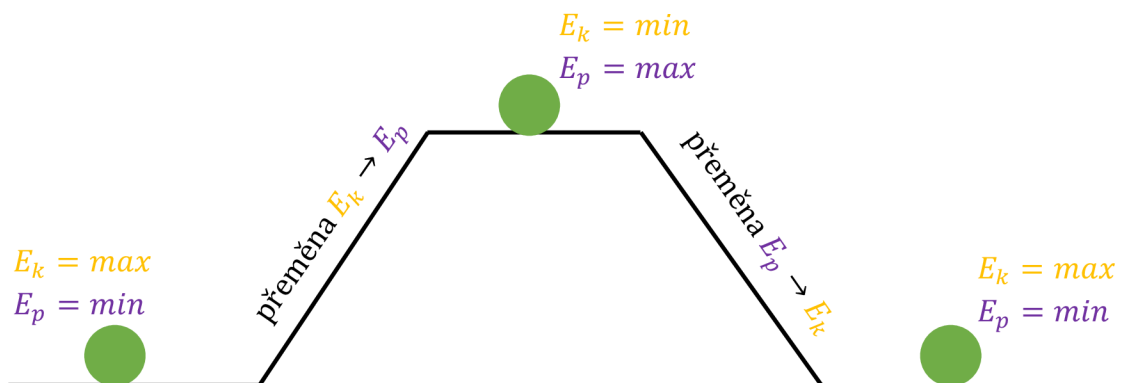
- Energie tělesa nacházejícího se v silovém poli jiného tělesa.
- Při zvedání tělesa nad povrch musíme překonat tíhovou sílu.

- **označení:**  $E_p$
- **jednotka:** J (joule)
- Zde může učitel opět s žáky provést odvození vztahu pro potenciální energii:  

$$W = F \cdot s = m \cdot g \cdot s = E_p$$
 (označení dráhy  $s$  se nahrazuje písmenem  $h$  pro výšku)
- vztah:  $E_p = m \cdot g \cdot h$



### PŘEMĚNA KINETICKÉ A POTENCIÁLNÍ ENERGIE



## ZÁKON ZACHOVÁNÍ MECHANICKÉ ENERGIE (ZZME)

- **Izolovaná soustava těles** = soustava, která svoji energii okolí nepředává ani ji z okolí nepřijímá
- Při všech mechanických dějích v izolované soustavě se mění kinetická energie na potenciální a naopak.
- Celková energie soustavy zůstává konstantní:  $E = E_k + E_p = konst.$

## ENERGIE VÝPOČTY

1. Kladivo o hmotnosti 300 g dopadne na hřebík rychlostí  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Jakou průměrnou silou působí na hřebík, který pronikne do desky do hloubky 5 cm?

**Řešení:**

$$m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$$

$$v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = ? [\text{N}]$$

$$s = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

---

$$W = E_k$$

$$F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \rightarrow \quad F = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot s}$$

$$F = \frac{0,3 \text{ kg} \cdot \left(3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 0,05 \text{ m}} = 27 \text{ N}$$

**Kladivo působí na hřebík silou 27 N.**

2. Míček o hmotnosti 50 g volně padá z výšky 2 m. Na podlaze se odrazí a vystoupí do výšky 1,5 m. Jaká část mechanické energie se přeměnila na jiné druhy energie míčku?

**Řešení:**

$$m = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$$

$$h_1 = 2 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,5 \text{ m}$$

$$\Delta E_p = ? [\text{J}]$$

---

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2)$$

$$\Delta E_p = 0,05 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2 \text{ m} - 1,5 \text{ m}) = 0,25 \text{ J}$$

**Došlo k přeměně energie o velikosti 0,25 J.**

3. Řidič automobilu nezvládl řízení a auto v plné rychlosti  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  vyjelo ze silnice a spadlo na dno strže. Jakou rychlostí auto dopadlo, jestliže strž je hluboká 25 m?

**Řešení:**

$$v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$h = 25 \text{ m}$$

---

$$E_{k_2} = E_{k_1} + E_p$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h$$

$$m \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot v_2^2 \right) = m \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot v_1^2 + g \cdot h \right)$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot v_1^2 + g \cdot h$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 \cdot g \cdot h}$$

$$v_2 = \sqrt{\left( 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 + 2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25 \text{ m}} = \sqrt{1125} \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 33,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Auto dopadlo na dno strže rychlostí přibližně  $33,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , což je přibližně  $121 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Jakou mechanickou práci vykoná síla naší paže, jestliže nákupní tašku o hmotnosti 8 kg
  - a) zvedneme do výše 1 m,
  - b) držíme ve výši 1 m?

**[a) 80 J, b) 0 J]**

**Řešení:**

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

$$m = 8 \text{ kg}$$

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

---

Mechanickou práci vykoná těleso při pohybu po dráze, proto:

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

$$W = 8 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} = 80 \text{ J}$$

- b) Těleso nevykonává pohyb po žádné dráze, proto je výsledná práce rovna **nule**.

**Paže vykoná při zvedání tašky práci o velikosti 80 J. Pokud tašku paže pouze drží, nepohybuje se, poté je práce rovna nule.**

2. Kabina výtahu o hmotnosti 400 kg vystoupí ze třetího do pátého patra. O jakou hodnotu se zvětší potenciální energie kabiny? Výška jednoho patra je 5 m. [40 kJ]

**Řešení:**

$$m = 400 \text{ kg}$$

$$3. \text{ p} \rightarrow 5. \text{ p}$$

$$E_p = ? \text{ [J]}$$

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

---

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 400 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2 \cdot 5) \text{ m} = 40\,000 \text{ J} = \mathbf{40 \text{ kJ}}$$

**Potenciální energie kabiny se zvětší o 40 kJ.**

3. Kámen o hmotnosti 200 g padá volným pádem po dobu 3 s. Určete jeho kinetickou energii při dopadu. [90 J]

**Řešení:**

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$E_k = ? \text{ [J]}$$

---

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (g \cdot t)^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ s}\right)^2 = \mathbf{90 \text{ J}}$$

**Kinetická energie kamene při dopadu má velikost 90 J.**

## OPAKOVÁNÍ

1. Zapiš označení veličiny **práce** a její jednotku.  
 $W \text{ [J]}$
2. Jaký je **vztah** pro výpočet **práce**?  
 $W = F \cdot s$  nebo  $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$
3. Co je to **mechanická energie**?  
schopnost tělesa konat práci
4. **Kinetickou** energii mají tělesa, která se pohybují.
5. Jak vypočítáme **kinetickou energii**?  
 $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
6. **Potenciální** energii mají tělesa zvednutá nad povrch.
7. Jak vypočítáme **potenciální energii**?  
 $E_p = m \cdot g \cdot h$
8. Co říká **zákon zachování mechanické energie**?  
celková energie soustavy se nemění

## 4.7 Výkon, příkon, účinnost

Sedmý studijní text je připraven pro látku na jednu vyučovací hodinu. V opakování je připravena tabulka, kde si žáci ověří platnost zákona zachování mechanické energie. Poté se dostáváme k novému učivu a zabýváme se krátce třemi fyzikálními veličinami, a těmi jsou výkon, příkon a účinnost. Text je zde velmi stručný, jelikož se těmito veličinami zabýváme pouze okrajově, aby žáci věděli, že existují, a co znamenají. V procvičování jsou tři úlohy. Jedna těžší je zde vyřešena, další dvě jsou úlohy neřešené na procvičení, které se objeví i v kontrolní práci. V závěrečném opakování je připraveno pexeso na opakování tohoto i předešlého textu. Dále navazuje kontrolní práce na probraná témata s početními úlohami, která je formou testu.

### OPAKOVÁNÍ – ENERGIE

Vyplň správně tabulku:

Zde si musí žáci připomenout vzorce pro jednotlivé energie a vzpomenout si, jak získají energii celkovou. Toto cvičení je dobré k ověření zákona zachování mechanické energie.

$t$ [s]	$v$ [ $\frac{m}{s}$ ]	$h$ [m]	$E_k$ [J]	$E_p$ [J]	$E$ [J]
0	0	45	0	450	450
1	10	40	50	400	450
2	20	25	200	250	450
3	30	0	450	0	450

### NOVÉ UČIVO – VÝKON, PŘÍKON, ÚČINNOST

#### VÝKON

- vyjadřuje, jak rychle se daná práce vykoná
- **označení:**  $P$
- **jednotka:** W (watt)
- podíl práce za čas
- vztah:  $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$

#### PŘÍKON

- **označení:**  $P_0$
- **jednotka:** W
- velikost dodané energie za čas
- vztah:  $P_0 = \frac{E}{t}$



## ÚČINNOST

- udává, jakou část dodané energie je stroj schopen využít ke konání práce
- **označení:**  $\eta$
- vztah:  $\eta = \frac{P}{P_0} \cdot 100 \%$

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Elektromotor s příkonem 5 kW pracuje u účinnosti 80 %. Jakou práci vykoná za 8 hodin?

### Řešení:

$$P_0 = 5 \text{ kW} = 5\,000 \text{ W}$$

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

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

$$t = 8 \text{ h} = 28\,800 \text{ s}$$

---

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{W}{P_0 \cdot t}$$

$$W = \eta \cdot P_0 \cdot t$$

$$W = 0,8 \cdot 5\,000 \text{ W} \cdot 28\,800 \text{ s} = \mathbf{115\,200\,000 \text{ J} = 115,2 \text{ MJ}}$$

**Elektromotor vykoná za 8 hodin práci o velikosti 115,2 MJ.**

2. Motor jeřábu vykonal práci o velikosti 720 kJ za 1 minutu. Vypočítejte výkon motoru. **[12 kW]**

### Řešení:

$$W = 720 \text{ kJ} = 720\,000 \text{ J}$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

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

---

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{720\,000 \text{ J}}{60 \text{ s}} = \mathbf{12\,000 \text{ W} = 12 \text{ kW}}$$

**Motor jeřábu má výkon 12 kW.**

3. Elektrická lokomotiva s příkonem 2 000 kW pracuje se stálým výkonem 1 800 kW. Určete její účinnost. **[90 %]**

### Řešení:

$$P_0 = 2\,000 \text{ kW}$$

$$P = 1\,800 \text{ kW}$$

$$\eta = ? \text{ [%]}$$

---

$$\eta = \frac{P}{P_0} \cdot 100 \%$$

$$\eta = \frac{1\,800\text{ W}}{2\,000\text{ W}} \cdot 100\% = \mathbf{90\%}$$

**Účinnost elektrické lokomotivy je 90 %.**



## OPAKOVÁNÍ

Zahraj si pexeso 😊. [Pexeso je přiloženo v příloze \(Příloha č. 13: Pexeso\).](#)

Skupina A – Mechanická práce a energie, výkon, příkon, účinnost

1. Veličinu **mechanická práce** označujeme písmenem:
  - a. J
  - b. W
  - c. P
  - d. E
2. Jednotkou **mechanické energie** je:
  - a. W, watt
  - b. J, joule
  - c. N, newton
  - d. %
3. Jak vypočítáme **kinetickou energii**?
  - a.  $F \cdot s$
  - b.  $m \cdot g$
  - c.  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot g$
  - d.  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
4. **Potenciální energii** mají tělesa ...
  - a. která se pohybují.
  - b. zvednutá nad povrch.
  - c. přemístěná působením síly po dráze ve směru síly.
  - d. na která nepůsobí síla.
5. Jaký je **vztah mezi kinetickou a potenciální energií**?
  - a. Když je potenciální energie minimální, pak je minimální i energie kinetická.
  - b. Kinetická energie se mění na potenciální energii a naopak.
  - c. Kinetická energie se mění na potenciální energii, ale potenciální se nepřeměňuje.

Skupina B – Mechanická práce a energie, výkon, příkon, účinnost

1. Veličinu **mechanická energie** označujeme písmenem:
  - a. J
  - b. W
  - c. P
  - d. E
2. Jednotkou **mechanické práce** je:
  - a. W, watt
  - b. J, joule
  - c. N, newton
  - d. %
3. Jak vypočítáme **mechanickou práci**?
  - a.  $m \cdot g$
  - b.  $F \cdot s$
  - c.  $m \cdot g \cdot v$
  - d.  $F \cdot v$
4. **Kinetickou energii** mají tělesa ...
  - a. která se pohybují.
  - b. zvednutá nad povrch.
  - c. přemístěná působením síly po dráze ve směru síly.
  - d. na která nepůsobí síla.
5. Co říká **zákon zachování mechanické energie**?
  - a. Celková energie soustavy se nemění.
  - b. Kinetická energie se přeměňuje na potenciální energii, ale potenciální se nepřeměňuje.
  - c. Celková energie soustavy se mění s časem.

6. **Výkon** je:
- vektorová fyzikální veličina
  - podíl energie za čas
  - podíl práce za čas
  - podíl síly za čas
7. **Jednotka výkonu** je:
- W, watt
  - J, joule
  - N, newton
  - %
8. **Účinnost** označujeme:
- $\alpha$
  - $\eta$
  - %
  - W
9. Jaká je kinetická energie člověka o hmotnosti 80 kg, který běží rychlostí 2 m/s?
- 800 J
  - 160 J
  - 8 J
  - 40 J
10. Elektrická lokomotiva s příkonem 2 000 kW pracuje se stálým výkonem 1 800 kW. Určete její účinnost.
- 1,1 = 110 %
  - 0,9 = 90 %
  - 3 600 000 %
  - 0,8 = 80 %

6. **Příkon** je:
- vektorová fyzikální veličina
  - podíl energie za čas
  - podíl práce za čas
  - podíl síly za čas
7. **Jednotka příkonu** je:
- W, watt
  - J, joule
  - N, newton
  - %
8. V čem vyjadřujeme **účinnost**?
- W, watt
  - J, joule
  - N, newton
  - %
9. Jaká je kinetická energie střely o hmotnosti 20 g vystřelené rychlostí 400 m/s?
- 8 000 J
  - 1 600 J
  - 8 J
  - 20 J
10. Motor jeřábu vykonal práci o velikosti 720 000 J za 60 sekund. Vypočítejte výkon motoru.
- 43 200 000 W
  - 12 000 W
  - 720 W
  - 12 W

## 4.8 Gravitační pole

Osmý studijní text je připraven pro látku na dvě až tři vyučovací hodiny. V opakování je připraven odkaz na aktivitu v Learningapps, kde si žáci zopakují předešlé učivo ve hře milionář. Poté je zavedeno nové učivo na téma gravitační pole. Text je doplněn odkazy k pozorování vektorů intenzity gravitačního pole a dále obrázky na téma vrhy. V procvičování jsou tři řešené úlohy, které se mohou řešit jako úvodní úlohy k dané látce v hodině. Co se týče vrhů, své žáky vedu spíše k tomu, aby věděli, že existují, a z jakých pohybů se skládají. V závěrečném opakování je připravena tajenka na zopakování nového učiva, kde řešení tajenky odkazuje na další probírané téma. Dále navazuje krátká kontrolní práce.

### OPAKOVÁNÍ – VÝKON, PŘÍKON, ÚČINNOST

[Zde klikni](#) a zopakuj si látku z minulého studijního textu.

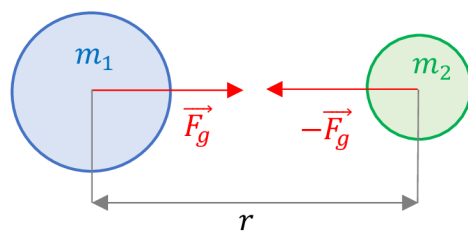
### NOVÉ UČIVO – GRAVITAČNÍ POLE

#### GRAVITAČNÍ POLE

- Pole, ve kterém působí gravitační síly.
- Každá dvě tělesa jsou k sobě přitahována **gravitační silou**. Pro existenci této síly nemusí dojít k přímému dotyku těles.

#### NEWTONŮV GRAVITAČNÍ ZÁKON

- Platí **3. Newtonův pohybový zákon**: „Každá dvě tělesa se navzájem přitahují stejně velkými gravitačními silami opačného směru.“
- Velikost gravitační síly je přímo úměrná součinu hmotností a je nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti.



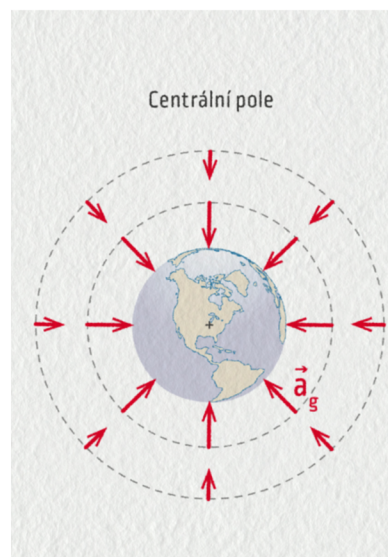
- vztah pro výpočet:  $F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ , kde  $G$  je **gravitační konstanta** ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ )
- Gravitační síla uděluje každému tělesu gravitační zrychlení, které je dle 2. Newtonova zákona:  $a_g = \frac{F_g}{m}$ .

#### INTENZITA GRAVITAČNÍHO POLE

- Gravitační pole popisuje v každém bodě prostoru vektorová veličina zvaná intenzita gravitačního pole.
- Je totožná se zrychlením  $\vec{a}_g = \vec{K}$  a má stejný směr jako gravitační síla.
- **označení:**  $\vec{K}$
- **jednotka:**  $\text{N} \cdot \text{kg}^{-2}$
- vztah:  $K = \frac{F_g}{m} \rightarrow K = G \cdot \frac{m}{r^2}$

## CENTRÁLNÍ GRAVITAČNÍ POLE

- Nachází se v prostoru kolem hmotného objektu.
- Vektor intenzity  $\vec{K}$  směřuje do středu tělesa.
- Velikost intenzity se zmenšuje s rostoucí vzdáleností od bodu.



## POHYBY TĚLES V CENTRÁLNÍM POLI ZEMĚ

- Gravitační síla směřuje do středu Země a její velikost závisí na vzdálenosti tělesa od středu Země.
- Příklady pohybu: pohyb raket, umělých družic a kosmických lodí.
- Uvažujeme-li pohyb družice pro trajektorii tvaru kružnice, dostaneme porovnáním vztahů pro dostředivou a gravitační sílu vztah pro **kruhovou rychlost**:

$$v_k = \sqrt{G \cdot \frac{M_Z}{R_Z + h}} \quad (\text{kde } M_Z \text{ je hmotnost Země, } R_Z \text{ je poloměr Země a } h \text{ je}$$

vzdálenost tělesa nad povrchem Země), neboli první kosmickou rychlost, což je rychlost, kterou se musí těleso pohybovat v gravitačním poli, aby nespadlo na povrch.

- Tento vztah může učitel odvodit za pomoci žáků na tabuli, aby věděli, kde se vzal. U svých žáků nepovažují tento vztah jako nutnost, je zde zmíněn pro zajímavost.
- [Klikni sem](#) a vyzkoušej si pohrát s vektorem intenzity v centrálním poli Země a můžeš ověřit výpočty.

## HOMOGENNÍ GRAVITAČNÍ POLE

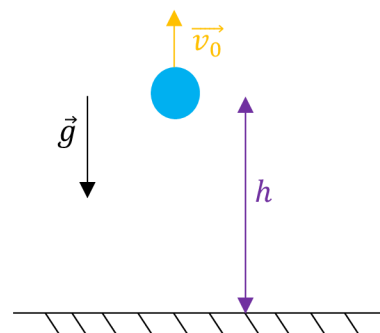
- Bereme v úvahu idealizované gravitační pole na povrchu Země.
- Intenzita má ve všech místech stejnou velikost a směr.
- [Klikni sem](#) a pohraj si s vektorem intenzity.

## POHYBY TĚLES V HOMOGENNÍM POLI ZEMĚ

- Jedná se o již probrané pohyby, a to pohyb rovnoměrně přímočarý, pohyb rovnoměrně zrychlený/zpomalený, volný pád a pohyb nerovnoměrný. Dále k pohybům v homogenním poli Země patří vrhy, což jsou složené pohyby z volného pádu a pohybu rovnoměrně přímočarého.
- Zde si může učitel s žáky připomenout již probrané pohyby a některé základní vztahy pro vyvození vztahů pro vrhy.

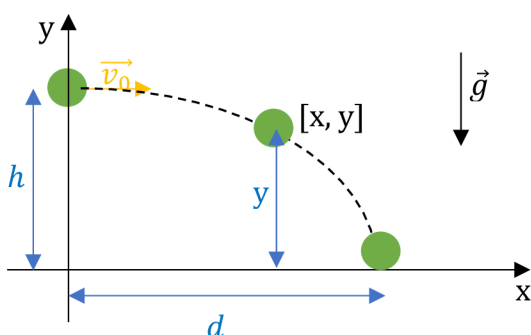


- **SVISLÝ VRH VZHŮRU** – pohyb složený z rovnoměrně zpomaleného pohybu svisle vzhůru s počáteční rychlostí  $\vec{v}_0$  a z volného pádu směrem svisle dolů.



- Zde se svých žáků doptávám na vztahy, které již znají a snažím se jim vysvětlit, že když hodím těleso, tak se pohybuje směrem vzhůru rovnoměrně zpomaleně, kde zastaví, a pak začne padat na zem volným pádem, a na základě tohoto dojdeme k následujícím vztahům.

- Vztah pro výpočet velikosti výšky:  $h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
- Vztah pro výpočet velikosti rychlosti:  $v = v_0 - g \cdot t$



- **VODOROVNÝ VRH** – pohyb složený z rovnoměrného pohybu ve směru osy x s počáteční rychlostí  $\vec{v}_0$  a z volného pádu z výšky h.

- Vztah pro výpočet délky vrhu:

$$d = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

- Vztah pro výpočet okamžité výšky:

$$y = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

- **ŠIKMÝ VRH** – pohyb složený z rovnoměrného pohybu šikmo vzhůru pod úhlem  $\alpha$  s počáteční rychlostí  $\vec{v}_0$  a z volného pádu.

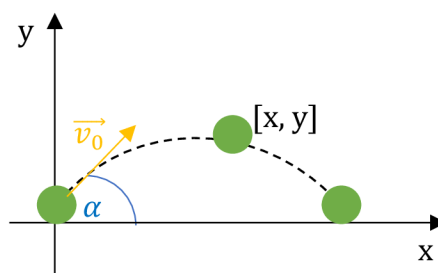
- Vztah pro výpočet okamžité vzdálenosti:

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$$

- Vztah pro výpočet okamžité výšky:

$$y = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

- Tento vrh jen před žáky zmiňuji, ale blíže se jím nezabýváme. Je to pro ně vzhledem ke goniometrickým funkcím obtížnější.



## ➡ PROCVIČOVÁNÍ

1. Jak velkou silou se navzájem přitahují Země a Měsíc? Hmotnost Země je  $6 \cdot 10^{24}$  kg, hmotnost Měsíce je  $7,4 \cdot 10^{22}$  kg, vzdálenost středů obou těles je 380 000 km.

**Řešení:**

$$m_1 = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_2 = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

$$r = 380\,000 \text{ km} = 38 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$F_g = ? [\text{N}]$$


---

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \frac{(6 \cdot 10^{24}) \text{ kg} \cdot (7,4 \cdot 10^{22}) \text{ kg}}{(38 \cdot 10^7 \text{ m})^2} \doteq 2 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

**Země a Měsíc se přitahují silou o velikosti přibližně  $2 \cdot 10^{20} \text{ N}$ .**

2. Určete hodnotu gravitačního zrychlení na Sněžce.

Zadán výpočet gravitačního zrychlení, aby si žáci uvědomili, který vztah mají použít a po výpočtu komentujeme, že je to přibližně rovno tíhovému zrychlení na Zemi.

**Řešení:**

$$R_Z = 6\,378 \text{ km} = 6\,378\,000 \text{ m}$$

$$h = 1\,602 \text{ m}$$

$$M_Z = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$a_g = ? [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$$


---

$$a_g = \frac{F_g}{m} = \frac{G \cdot \frac{M_Z \cdot m}{r^2}}{m} = \frac{G \cdot M_Z}{r^2}$$

$$a_g = \frac{G \cdot M_Z}{(R_Z + h)^2}$$

$$a_g = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(6\,378\,000 \text{ m} + 1\,602 \text{ m})^2} \doteq 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

**Gravitační zrychlení na Sněžce má velikost přibližně  $9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .**

3. Do jaké výšky vystoupí míč vržený svisle vzhůru počáteční rychlostí  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Těleso se zastaví v maximální výšce, proto uvažujeme  $v = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

**Řešení:**

$$h = ? [\text{m}]$$

$$v_0 = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$


---

$$v = v_0 - g \cdot t \quad \rightarrow \quad t = \frac{v_0 - v}{g}$$

$$t = \frac{20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} - 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}} = 2 \text{ s}$$



$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 2 \text{ s} - \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot (2 \text{ s})^2 = \mathbf{20 \text{ m}}$$

**Míč vystoupí do výšky 20 metrů.**

## OPAKOVÁNÍ

Další studijní text se bude zabývat mechanikou (2.pád řešení tajenky) tuhého tělesa.



1. Každá dvě tělesa jsou k sobě přitahována jakou silou?
2. Jak se jinak nazývá první kosmická rychlost?
3. Jak se nazývá gravitační pole Země, kde intenzita má všude stejnou velikost?
4. Každá dvě tělesa se navzájem přitahují stejně velkými silami jakého směru?
5. Vztah pro gravitační zrychlení lze odvodit z jakého zákona?
6. 6 378 km je hodnota poloměru čeho?
7. Jak se nazývá gravitační pole Země, kde intenzita má směr do středu Země?
8. Jak se nazývá vektorová veličina, která popisuje gravitační pole?
9. Jak se nazývá vrh, který je složen z rovnoměrně zpomaleného pohybu směrem vzhůru a z volného pádu?
10. Jak se nazývá vrh, který je složen z rovnoměrného pohybu ve směru osy x s počáteční rychlostí  $\vec{v}_0$  a z volného pádu z výšky  $h$ ?

### Skupina A – Gravitační pole

1. Jaký směr a jakou velikost má vektor intenzity v centrálním gravitačním poli Země?  
Vektor intenzity směřuje do středu Země a jeho velikost se zmenšuje s rostoucí vzdáleností od středu.
2. Z jakých dvou pohybů jsou složeny vrhy?  
Z volného pádu a pohybu rovnoměrného přímočarého.
3. Napiš právě jeden příklad některého vrhu.  
svislý vrh vzhůru, vodorovný vrh, šikmý vrh
4. Určete, jak velkou silou se přitahují dvě kosmické lodě před spojením za předpokladu, že kosmické lodě bereme jako tělesa tvaru koule. Hmotnosti lodí jsou 10 t a 15 t, jejich vzájemná vzdálenost je 20 m.

$$m_1 = 10 \text{ t} = 10\,000 \text{ kg}$$

$$m_2 = 15 \text{ t} = 15\,000 \text{ kg}$$

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

$$F_g = ? \text{ [N]}$$

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \frac{10\,000 \text{ kg} \cdot 15\,000 \text{ kg}}{(20 \text{ m})^2}$$

$$F_g \doteq 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

**Kosmické lodě se přitahují silou o velikosti přibližně  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ .**

### Skupina B – Gravitační pole

1. Jaký směr a jakou velikost má vektor intenzity v homogenním gravitačním poli Země?  
Vektor intenzity má ve všech místech stejnou velikost a směr.
2. Z jakých dvou pohybů jsou složeny vrhy?  
Z volného pádu a pohybu rovnoměrného přímočarého.
3. Napiš právě jeden příklad některého vrhu.  
svislý vrh vzhůru, vodorovný vrh, šikmý vrh
4. Určete, jak velkou silou se přitahují dvě kosmické lodě před spojením za předpokladu, že kosmické lodě bereme jako tělesa tvaru koule. Hmotnosti lodí jsou 8 t a 16 t, jejich vzájemná vzdálenost je 40 m.

$$m_1 = 8 \text{ t} = 8\,000 \text{ kg}$$

$$m_2 = 16 \text{ t} = 16\,000 \text{ kg}$$

$$r = 40 \text{ m}$$

$$F_g = ? \text{ [N]}$$

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \frac{8\,000 \text{ kg} \cdot 16\,000 \text{ kg}}{(40 \text{ m})^2}$$

$$F_g \doteq 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

**Kosmické lodě se přitahují silou o velikosti přibližně  $5,3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$**

## 4.9 Mechanika tuhého tělesa

Devátý studijní text je připraven pro látku na dvě vyučovací hodiny. V opakování je připraven odkaz na aktivitu v Nearpod, kde si žáci zopakují předešlé učivo spojováním dvou kartiček. Poté je zavedena nová látka na téma mechanika tuhého tělesa, která je velice stručná. Text je doplněn obrázky pro lepší pochopení látky. V procvičování jsou dvě řešené úlohy, které se mohou řešit jako úvodní úlohy k dané látce v hodině. Toto téma, které má v tematickém plánu rozsah dvou vyučovacích hodin, rozebírám velice stručně. Většinou jednu hodinu odučím a druhou hodinu věnuji těžišti a výrobě ptáčka, který se nachází v závěrečném opakování. Žáci ocení odlehčenou hodinu s jednoduchým vyráběním. Dále navazuje kontrolní práce.

### OPAKOVÁNÍ – GRAVITAČNÍ POLE

[Klikni sem](#) a zopakuj si látku na téma gravitační pole pomocí kartiček, kde k sobě přiřadíš správné dvojice:

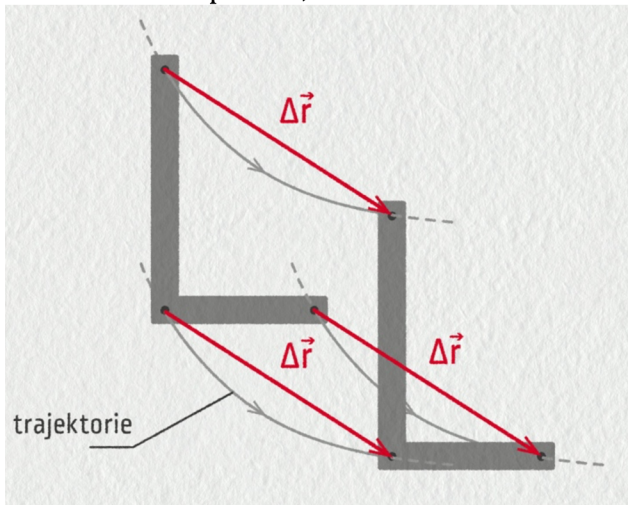
6 378 km.	je pole, ve kterém působí gravitační síly.	Vektor intenzity homogenního gravitačního pole	Vektor intenzity centrálního gravitačního pole	
vodorovný vrh	Gravitační pole	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$	směřuje do středu tělesa.	šikmý vrh
svislý vrh vzhůru	Newtonův gravitační zákon			$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$
má ve všech místech stejnou velikost a směr.	Poloměr Země je	Gravitační konstanta je		

### NOVÉ UČIVO – MECHANIKA TUHÉHO TĚLESA

#### TUHÉ TĚLESO

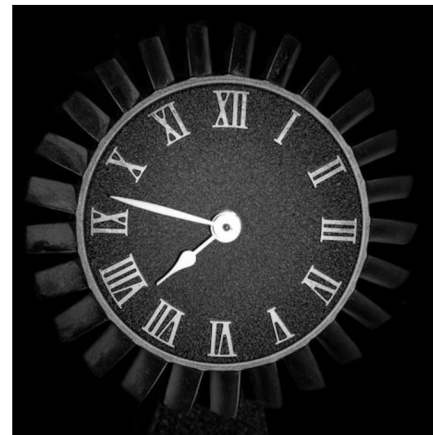
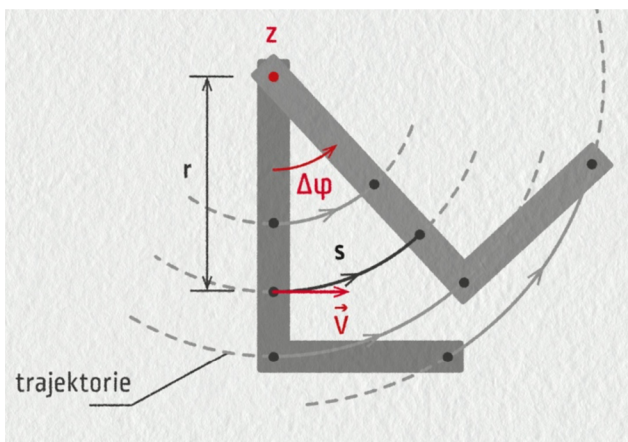
- Tuhé těleso je **ideální těleso**, jehož **tvar i objem** se působením sil **nemění**.
- Síla působící na těleso má vždy jen **pohybové účinky**.
- Deformace tělesa jsou zanedbatelně malé.
- Pohyby tuhého tělesa:
  1. **posuvný pohyb = translace**
    - o Všechny body tuhého tělesa opisují stejné trajektorie a mají stejnou rychlost.

- Příklady: vlak na přímé trati, letící letadlo, těleso padající volným pádem, ...



## 2. otáčivý pohyb = rotace

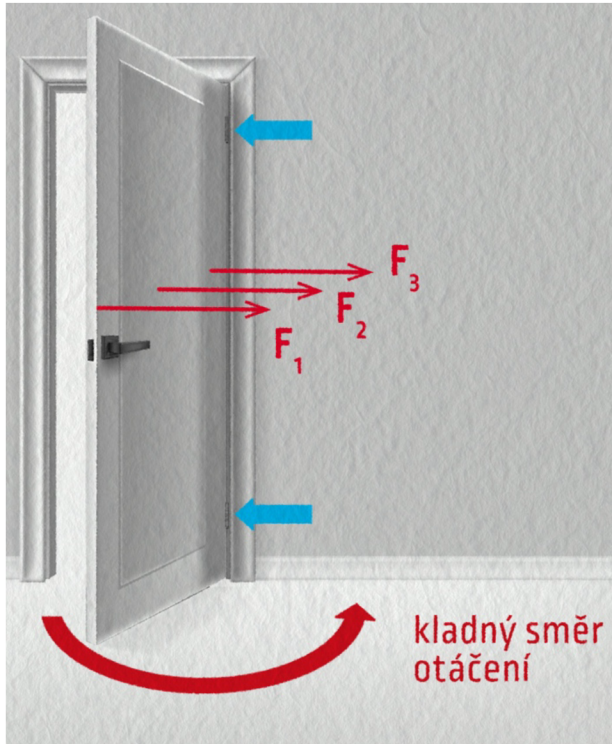
- Působící síla vyvolá roztočení tělesa kolem pevného bodu (osy).
- Body tuhého tělesa opisují kružnice, jejichž středy leží na ose otáčení. Všechny body se posunou o stejný úhel a mají různou rychlost.
- Příklady: pohyb ručičky hodinek, padající strom, otáčení Země kolem své osy, ...



## MOMENT SÍLY

- Abychom uvedli tuhé těleso do otáčivého pohybu, musíme na něj působit silou.
- Otáčivý účinek síly závisí na velikosti síly, na jejím směru a na vzdálenosti působíště síly od osy otáčení.
- Otáčivý účinek síly vyjadřuje fyzikální veličina **moment síly** vzhledem k ose otáčení.
- **označení:**  $\vec{M}$
- **jednotka:**  $N \cdot m$  (newtonmetr)
- **Vztah** pro výpočet velikosti:  $M = F \cdot r$ , kde  $r$  je rameno síly (= je kolmá vzdálenost síly od osy otáčení), jehož jednotka je metr.

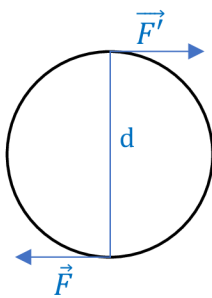
- **Využití:** dveře – klika je daleko od osy otáčení (pantů), aby stačila malá síla k otevření dveří.



- Tři stejné působící síly na dveře v různých místech nemají stejný otáčivý účinek.

- Otáčivý účinek několika sil, které působí na tuhé těleso, se ruší, je-li součet jejich momentů vzhledem ke stejné ose nulový. Nastala rovnováha momentů sil a platí **momentová věta**:  $M = M_1 + M_2 + \dots = 0$ .

### DVOJICE SIL



- Dvojici sil tvoří dvě stejně velké rovnoběžné síly opačného směru, které působí ve dvou různých bodech tuhého tělesa otáčivého kolem své osy.
- **Využití:** volant u auta.

### MOMENT DVOJICE SIL

- **označení:**  $\vec{D}$
- **jednotka:**  $N \cdot m$  (newtonmetr)
- **Vztah:**  $D = F \cdot d$ , kde  $d$  je rameno dvojice sil (= vzdálenost sil), jehož jednotka je metr.

### TĚŽIŠTĚ TUHÉHO TĚLESA

- Těžiště je působiště výslednice všech tíhových sil působících na každý bod daného tělesa.
- Poloha těžiště je stálá a závisí na rozložení látky v tělese.
- Těžiště stejnorodých a pravidelných těles leží v geometrickém středu. Těžiště může ležet i mimo těleso, např. u dutých těles nebo těles prstencového tvaru.
- Těžiště nestejnorodých a nepravidelných těles zjišťujeme experimentálně nebo složitým výpočtem.

## ➤ PROCVIČOVÁNÍ

1. Je dáno:  $F = 30 \text{ N}$ , rameno kolmé k síle  $r = 10 \text{ mm}$ . Určete velikost momentu síly.

**Řešení:**

$$F = 30 \text{ N}$$

$$r = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

$$M = ? [\text{N} \cdot \text{m}]$$

---

$$M = F \cdot r$$

$$M = 30 \text{ N} \cdot 0,01 \text{ m} = \mathbf{0,3 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

**Velikost momentu síly je  $0,3 \text{ N} \cdot \text{m}$ .**

2. Na volant o poloměru  $20 \text{ cm}$  působí dvojice sil, každá o velikosti  $6 \text{ N}$ . Určete moment dvojice sil.

**Řešení:**

$$r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} \rightarrow d = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ m}$$

$$F = 6 \text{ N}$$

$$D = ? [\text{N} \cdot \text{m}]$$

---

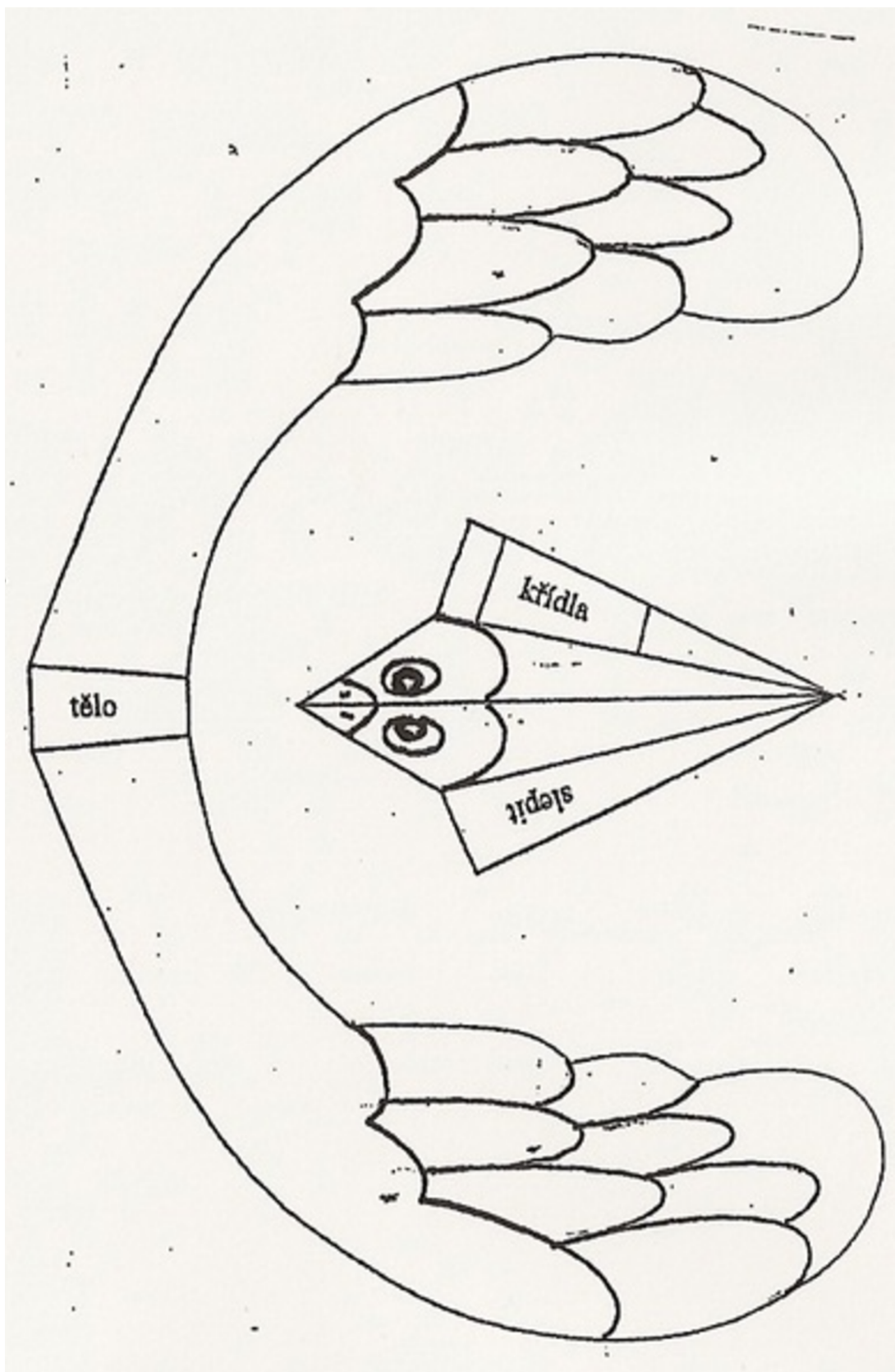
$$D = F \cdot d$$

$$D = 6 \text{ N} \cdot 0,4 \text{ m} = \mathbf{2,4 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

**Moment dvojice sil je  $2,4 \text{ N} \cdot \text{m}$ .**

## OPAKOVÁNÍ

Vystříhni, vybarvi a slep si ptáka těžišťáka. Poté zkus najít polohu těžiště.



## Skupina A – Mechanika tuhého tělesa

1. Co je to tuhé těleso?

Tuhé těleso je ideální těleso, jehož tvar ani objem se působením sil nemění.

2. Co je to translace? Vysvětli a uveď jeden příklad, kde by ses s ní setkal.

Translace je posuvný pohyb tuhého tělesa, kdy všechny jeho body opisují stejné trajektorie a mají stejnou rychlost.

Příkladem může být vlak na přímé trati, posouvání penálu po lavici, ...

3. Na volant o poloměru 25 cm působí dvojice sil, každá o velikosti 6 N. Urči moment dvojice sil.

$$r = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m} \rightarrow d = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ m}$$

$$F = 6 \text{ N}$$

$$D = ? [\text{N} \cdot \text{m}]$$

---

$$D = F \cdot d$$

$$D = 6 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m} = 3 \text{ N} \cdot \text{m}$$

**Moment dvojice sil je 3 N · m.**

## skupina B – Mechanika tuhého tělesa

1. Co je to tuhé těleso?

Tuhé těleso je ideální těleso, jehož tvar ani objem se působením sil nemění.

2. Co je to rotace? Vysvětli a uveď jeden příklad, kde by ses s ní setkal.

Rotace je otáčivý pohyb tuhého tělesa, kdy všechny jeho body opisují kružnice, posunou se o stejný úhel a mají různou rychlost.

Příkladem může být padající strom, otáčení Země kolem své osy, ...

3. Na volant o poloměru 20 cm působí dvojice sil, každá o velikosti 5 N. Urči moment dvojice sil.

$$r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} \rightarrow d = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ m}$$

$$F = 5 \text{ N}$$

$$D = ? [\text{N} \cdot \text{m}]$$

---

$$D = F \cdot d$$

$$D = 5 \text{ N} \cdot 0,4 \text{ m} = 2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

**Moment dvojice sil je 2 N · m.**



## 4.10 Mechanika tekutin

Desátý a již poslední studijní text je připraven pro látku na šest vyučovacích hodin. V opakování je připravena doplňovačka, kterou může využít i učitel do hodiny jako krátké procvičování. Poté se dostáváme k novému učivu a zabýváme se mechanikou tekutin. Vše je uvedeno stručně, sloužící pouze jako výčet teorie či zápis do sešitu. Text je obohacen obrázky. V procvičování jsou tři úvodní řešené úlohy, které se mohou spočítat v hodině na tabuli. V závěrečném opakování je krátké zopakování podtlaku a přetlaku, kdy žáci musí trochu přemýšlet, aby vymysleli některé případy, kdy se s těmito jevy mohou setkat. Dále je zde procvičení Archimédova zákona, kdy žáci musí porovnat hustoty kapalin a těles a dle toho rozhodnout, jak se bude těleso v dané kapalině chovat. Dále navazuje poslední kontrolní práce na dané téma.

### OPAKOVÁNÍ – MECHANIKA TUHÉHO TĚLESA

Doplň do textu správná slova.

Tuhé těleso je ideální těleso, jehož tvar i objem se působením sil nemění. Máme dva pohyby tuhého tělesa, a to pohyb posuvný a otáčivý. Otáčivý účinek síly vyjadřuje fyzikální veličina moment síly vzhledem k ose otáčení. Dvojici sil tvoří dvě stejně velké rovnoběžné síly opačného směru, které působí ve dvou bodech tuhého tělesa otáčivého kolem své osy. Těžiště je působiště výslednice všech tíhových sil působících těleso. Těžiště stejnorodých a pravidelných těles leží v geometrickém středu. Těžiště nestejnorodých a nepravidelných těles zjišťujeme experimentálně nebo složitým výpočtem.

### NOVÉ UČIVO – MECHANIKA TEKUTIN

#### VLASTNOSTI KAPALIN A PLYNŮ

- **Tekutina** je souhrnný název pro kapaliny a plyny.
- Společnou vlastností kapalin a plynů je **tekutost**, která je ale různá v kapalinách a plynech. Příčinou různé tekutosti je vnitřní tření neboli viskozita tekutin.
- **Kapaliny** si zachovávají stálý objem, který je dán velmi malou stlačitelností kapalin.
- **Plyny** nemají stálý tvar ani objem a jsou velmi snadno stlačitelné.
- Pro zjednodušení vlastností se zavádí ideální představa tekutin.
  1. **Ideální kapalina** – dokonale tekutá, bez vnitřního tření a zcela nestlačitelná.
  2. **Ideální plyn** – dokonale tekutý, bez vnitřního tření a dokonale stlačitelný.

## TLAK V TEKUTINĚ

- Tlak je skalární fyzikální veličina, která charakterizuje stav tekutiny v klidu.
- Projevuje se jako tlaková síla, kterou působí tekutina na všechny stěny nádoby a na tělesa v nich.
- **označení:**  $p$
- **jednotka:** Pa (pascal)
- Tlak určuje podíl velikosti tlakové síly a obsahu plochy, na kterou síla působí v kolmém směru, z toho dostáváme vztah:  $p = \frac{F}{S}$ .
- K měření tlaku se používá přístroj zvaný **manometr**.

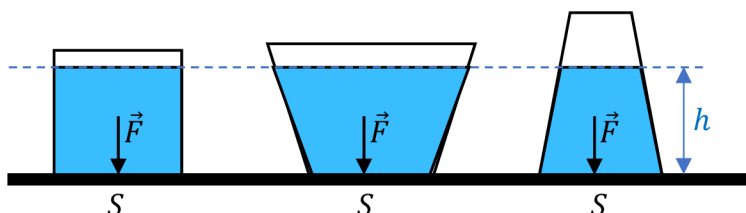


## PASCALŮV ZÁKON

- Pokud na kapalinu v uzavřené nádobě působí vnější síla, vyvolá v ní tlak, který je ve všech místech nádoby stejný.
- [Klikni sem](#) a vyzkoušej si Pascalův zákon. Můžeš vidět nádobu s otvory a jakmile v ní stlačíš kapalinu, rozstříkne se všemi otvory stejně.
- Využití Pascalova zákona:
  1. Hydraulická zařízení – přenos síly kapalinou, např. hydraulický zvedák na auto.
  2. Pneumatická zařízení – tlak se přenáší stlačeným vzduchem, např. pneumatická kladiva a vrtačky.

## HYDROSTATICKÁ TLAKOVÁ SÍLA

- Síla vzniká působením tíhy kapaliny na stěny a dno nádoby a na všechna tělesa do ní ponořená.
- **označení:**  $\vec{F}_h$
- **jednotka:** N (newton)
- Velikost síly závisí na hustotě kapaliny, na obsahu plochy dna a na hloubce pod povrchem kapaliny:  $F_h = \rho \cdot S \cdot h \cdot g$ .
- Velikost síly **nezávisí** na tvaru ani objemu kapaliny v nádobě. Tudíž na stejně velké dno nádoby různého tvaru působí stejně velké tlakové síly, i když je v nádobách různý objem kapaliny. Tento jev se nazývá **hydrostatický paradox**.



- Hydrostatický tlak je způsobený hydrostatickou tlakovou silou a závisí na hustotě kapaliny a na hloubce pod povrchem kapaliny:  $p_h = \rho \cdot h \cdot g$ .

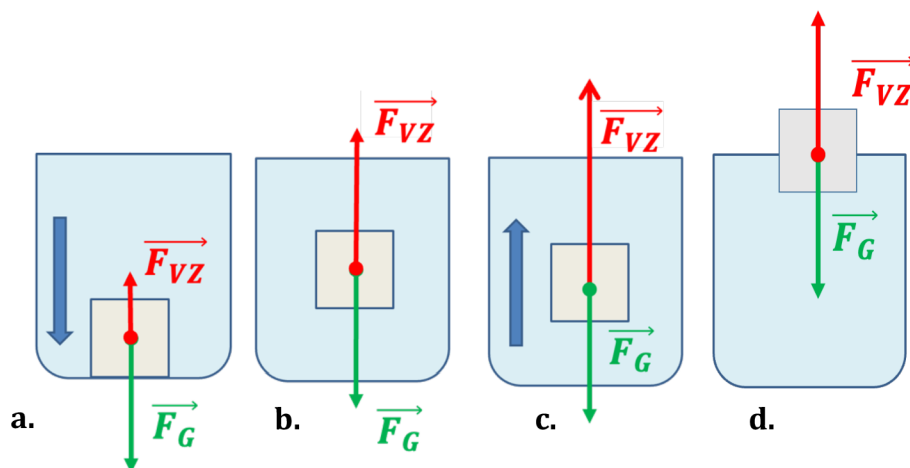
## ATMOSFÉRICKÁ TLAKOVÁ SÍLA

- Vzniká působením tíhové síly na atmosféru.
- Atmosférický tlak je způsobený atmosférickou tlakovou silou.
- Za normálních podmínek je atmosférický tlak **101 000 Pa**.

## VZTLAKOVÁ SÍLA

- Síla, která nadlehčuje každé těleso ponořené do kapaliny a má směr svislý vzhůru.
- **označení:**  $\vec{F}_{VZ}$
- **jednotka:** N (newton)
- **Archimédův zákon:** Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou, jejíž velikost se rovná tíze kapaliny stejného objemu, jaký má ponořená část tělesa.
- **vztah:**  $F_{VZ} = \rho \cdot g \cdot V$
- Důsledkem Archimédova zákona je různé chování těles v kapalině. Na každé těleso ponořené do kapaliny působí tíhová a vztlaková síla. Podle hustoty tělesa mohou nastat 3 případy:

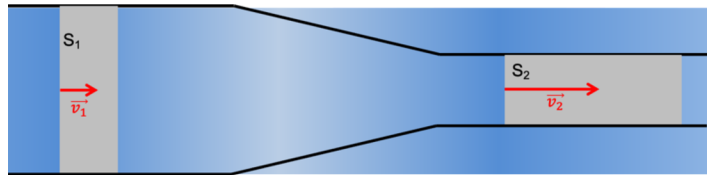
1.  $\rho_T > \rho$  ( $\rho_T$  ... hustota tělesa,  $\rho$  ... hustota kapaliny)  $\rightarrow F_G > F_{VZ} \rightarrow$  těleso klesá ke dnu (obr. a.), např. kámen ve vodě
2.  $\rho_T = \rho \rightarrow F_G = F_{VZ} \rightarrow$  těleso se v kapalině vznáší (obr. b.), např. ryba ve vodě
3.  $\rho_T < \rho \rightarrow F_G < F_{VZ} \rightarrow$  těleso stoupá vzhůru k hladině (obr. c.) a po dosažení hladiny se těleso částečně vynoří (obr. d.), např. korek ve vodě.



## PROUDĚNÍ KAPALIN

- **Nestacionární (=neustálené) proudění** charakterizuje nestálá rychlost, která se s časem mění.
- **Stacionární (=ustálené) proudění** charakterizuje stálá rychlost a tlak v proudící kapalině.
- Pro stacionární proudění platí **rovnice kontinuity**: Součin obsahu průřezu a rychlosti proudění je ve všech místech trubice stejný:  $S \cdot v = konst.$  Protože ideální kapalina je nestlačitelná a nemůže se v nějakém místě hromadit.

- Zavedeme **objemový průtok**  $Q = S \cdot v$ , který vyjadřuje objem kapaliny, která proteče průřezem trubice za jednotku času.
- **Využití** objemového průtoku: údaj na přehradách; hadice – při strčení prstu v zúženém místě hadice, stříká voda dál a rychleji.



- Pro stacionární proudění platí zákon zachování mechanické energie ve vodorovném potrubí zvaný **Bernoulliho rovnice**: Součet kinetické a tlakové potenciální energie kapaliny o jednotkovém objemu je ve všech místech trubice stejný:  $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + p = konst.$  V zúžené části trubice se zvětšuje rychlost a zmenšuje tlak. Při velkých rychlostech klesne tlak pod hodnotu atmosférického tlaku a vzniká podtlak.

## ➤ PROCVIČOVÁNÍ

1. Na píst pumpičky o obsahu průřezu  $12 \text{ cm}^2$  působí tlaková síla  $300 \text{ N}$ . Jaký tlak vznikne uvnitř pumpičky, je-li její vývod uzavřen?

**Řešení:**

$$S = 12 \text{ cm}^2 = 0,0012 \text{ m}^2$$

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

$$p = ? [\text{Pa}]$$

$$p = \frac{F}{S}$$

$$p = \frac{300 \text{ N}}{0,0012 \text{ m}^2} = 250\,000 \text{ Pa} = 250 \text{ kPa}$$

**Uvnitř pumpičky vznikne tlak o velikosti 250 kPa.**

2. Jak velká hydrostatická tlaková síla působí na dno vodní nádrže v hloubce  $6 \text{ m}$ , je-li obsah dna  $5 \text{ m}^2$ ? Jaký je v této hloubce hydrostatický tlak?

**Řešení:**

$$F_h = ? [\text{N}]$$

$$h = 6 \text{ m}$$

$$S = 5 \text{ m}^2$$

$$p_h = ? [\text{Pa}]$$

$$\rho = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (hustota vody)}$$

$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_h = 6 \text{ m} \cdot 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 60\,000 \text{ Pa} = 60 \text{ kPa}$$

$$F_h = S \cdot p_h$$

$$F_h = 5 \text{ m}^2 \cdot 60\,000 \text{ Pa} = 300\,000 \text{ N} = 300 \text{ kN}$$

**Na dno vodní nádrže působí hydrostatická tlaková síla o velikosti 300 kN a hydrostatický tlak o velikosti 60 kPa.**

3. Jak velkou silou zvedneme ve vodě kámen o objemu  $6 \text{ dm}^3$ , je-li jeho tíha na vzduchu  $150 \text{ N}$ ?

**Řešení:**

$$F = ? \text{ [N]}$$

$$V = 6 \text{ dm}^3 = 0,006 \text{ m}^3$$

$$F_G = 150 \text{ N}$$

---

$$F = F_G - F_{VZ} = F_G - V \cdot \rho \cdot g$$

$$F = 150 \text{ N} - 0,006 \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 90 \text{ N}$$

**Kámen zvedáme ve vodě silou o velikosti 90 N.**

## OPAKOVÁNÍ

1. Vyber z dvojice nabízených odpovědí tu správnou.
  - a. Pokud je v nějakém místě větší tlak vzduchu než v jeho okolí, řekneme, že je v tomto místě **přetlak/podtlak**.
  - b. Pokud je v nějakém místě menší tlak vzduchu než v jeho okolí, řekneme, že je v tomto místě **přetlak/podtlak**.
2. Zkus vymyslet pár situací, kde se s přetlakem a podtlakem můžeme setkat.

### **PŘETLAK**

tlakové lahve s plynem,  
nahuštěná pneumatika nebo  
balon, papiňák

### **PODTLAK**

zvon do záchodu, vysavač,  
přísavky na kachličky

3. Rozhodni podle hustot kapalin a těles a označ příslušnými písmeny, ve které kapalině by těleso
- plavalo na hladině, tedy **stoupalo** vzhůru(S),
  - neplavalo, tedy **klesalo** ke dnu (K),
  - se **vznášelo** v kapalině (V).

	benzín $\left(700 \frac{kg}{m^3}\right)$	voda $\left(1\,000 \frac{kg}{m^3}\right)$	rtuť $\left(13\,580 \frac{kg}{m^3}\right)$
papír $\left(700 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="text" value="V"/>	<input type="text" value="S"/>	<input type="text" value="S"/>
led $\left(917 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="text" value="K"/>	<input type="text" value="S"/>	<input type="text" value="S"/>
sůl $\left(2\,160 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="text" value="K"/>	<input type="text" value="K"/>	<input type="text" value="S"/>
železo $\left(7\,870 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="text" value="K"/>	<input type="text" value="K"/>	<input type="text" value="S"/>
zlato $\left(19\,320 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="text" value="K"/>	<input type="text" value="K"/>	<input type="text" value="K"/>

### Skupina A – Mechanika tekutin

1. Co rozumíme pod pojmem **tekutiny**?  
souhrnný název pro kapaliny a plyny

2. Napiš právě 2 vlastnosti ideální kapaliny.

dokonale tekutá

nestlačitelná

3. Jaké fyzikální veličiny potřebuješ znát, abys mohl určit velikost **hydrostatického tlaku** působící ho na těleso v kapalině?

hustotu kapaliny

hloubku pod hladinou

tíhové zrychlení

4. Jestliže je tíhová síla **menší** než vztlaková, pak těleso v kapalině

- se potápí,
- stoupá,
- vznáší se.

5. Podle **Pascalova zákona**, působí-li vnější síla  $F$  na povrch rovné plochy s obsahem  $S$  uzavřeného objemu kapaliny, vznikne v kapalině tlak, který

- má velikost vyjádřenou vztahem  $p = F \cdot S$ ,
- je ve všech místech kapaliny stejný,
- závisí na poloze místa v kapalině.

### Skupina B – Mechanika tekutin

1. Co rozumíme pod pojmem **tekutiny**?  
souhrnný název pro kapaliny a plyny

2. Napiš právě 2 vlastnosti ideálního plynu.

dokonale tekutý

stlačitelný

3. Jaké fyzikální veličiny potřebuješ znát, abys mohl určit velikost **vztlakové síly** působící ho na těleso v kapalině?

hustotu kapaliny

objem ponořené části tělesa

tíhové zrychlení

4. Jestliže je tíhová síla **větší** než vztlaková, pak těleso v kapalině

- se potápí,
- stoupá,
- vznáší se.

5. Podle **Pascalova zákona**, působí-li vnější síla  $F$  na povrch rovné plochy s obsahem  $S$  uzavřeného objemu kapaliny, vznikne v kapalině tlak, který

- má velikost vyjádřenou vztahem  $p = F \cdot S$ ,
- závisí na poloze místa v kapalině,
- je ve všech místech kapaliny stejný.

6. Která 3 slova chybí ve znění **Archimédova zákona**? Vyber správnou odpověď tedy i slova ve správném pořadí. „*Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno ..... silou, jejíž velikost se rovná ..... kapaliny stejného objemu, jako je ..... ponořené části tělesa.*“
- vztlakovou, gravitaci, hmotnost
  - tíhovou, tíže, hmotnost
  - vztlakovou, tíže, objem
  - gravitační, tíže, objem

7. Jaký bude hydrostatický tlak na dně bazénu hlubokého 1,5 m?

**Řešení:**

$$p_h = ? \text{ [Pa]}$$

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

---


$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_h = 1,5 \text{ m} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 15\,000 \text{ Pa} = 15 \text{ kPa}$$

**Na dně bazénu bude hydrostatický tlak o velikosti 15 kPa.**

6. Která 3 slova chybí ve znění **Archimédova zákona**? Vyber správnou odpověď tedy i slova ve správném pořadí. „*Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno ..... silou, jejíž velikost se rovná ..... kapaliny stejného objemu, jako je ..... ponořené části tělesa.*“
- vztlakovou, gravitaci, hmotnost
  - tíhovou, tíže, hmotnost
  - gravitační, tíže, objem
  - vztlakovou, tíže, objem

7. Jak velká vztlaková síla působí na ponorku o objemu 1 000 m<sup>3</sup>?

**Řešení:**

$$F_{VZ} = ? \text{ [N]}$$

$$V = 1\,000 \text{ m}^3$$

---


$$F_{VZ} = V \cdot \rho \cdot g$$

$$F_{VZ} = 1\,000 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10\,000\,000 \text{ N} = 10 \text{ MN}$$

**Na ponorku působí vztlaková síla o velikosti 10 MN.**



#### 4.11 Hodnocení kontrolních prací

Hodnocení veškerých kontrolních prací je velmi obdobné, proto postačí jednoduché kompletní shrnutí. Hodnocení a bodování jednotlivých úloh si může každý učitel zvolit libovolně dle svých představ nebo upravit podle schopností žáků. Níže uvádím jeden z možných postupů bodování a hodnocení s nímž jsem osobně pracovala.

Pokud v kontrolní práci bylo požadováno vysvětlení pojmu, úloha byla za 2 body. U jednoslovných a kroužkovacích odpovědí jsem udělovala 1 bod. Za početní úlohu jsem stanovila výši 2 bodů, kdy mohli žáci získat po půl bodě za zápis, za správný vztah, za dosazení a za správný výsledek. Po sečtení celkového počtu bodů, jsem si rozdělila přibližné bodovací rozmezí ke konkrétním známám dle níže uvedeného procentuálního úspěchu.

Procentuální úspěšnost	Odpovídající známka
100 % – 86 %	1
85 % – 68 %	2
67 % – 50 %	3
49 % – 33 %	4
32 % – 0 %	5

Při sestavení bodovacího rozmezí jsem vycházela z procentuální úspěšnosti jen přibližně, protože jsem nechávala prostor pro půl body. V některých případech nebylo možné jasně rozhodnout o bodovací hranici, např. při celkovém počtu 11 bodů jsem určila známku 3 pro dosazení 5 až 6 bodů. Zde pak nastává možnost pro žáky získat známku s mínusem. Tento postup uvádím jen jako doporučení, z něhož nemusí každý učitel používající kontrolní práce vycházet.

#### 4.12 Shrnutí praktické části

Stěžejní část diplomové práce tvoří soubor studijních textů a kontrolních prací. Bylo vytvořeno celkem 10 studijních textů a k nim 9 kontrolních prací. Při jejich tvorbě jsem vycházela z tematického plánu, podle něhož jsou jednotlivá témata řazena. Dále jsem texty tvořila tak, aby byly pro žáky srozumitelné a obohatily jejich výuku. Studijní texty mají jednotné schéma. Každý text obsahuje opakování předešlé látky, výklad nového učiva, procvičování a opakování nově naučeného. Studijní texty jsou pro žáky vhodné jako náhražka učebnic, která je doplněná o cvičení a aktivity pro zajímavější a zábavnější formu výuky, která vede k aktivizaci žáků.

Kontrolní práce se skládají nejen z početních úloh, ale jsou tam i úlohy s výběrem odpovědí nebo otevřené otázky, protože jsem se snažila obsáhnout celou šíři probíraného tématu a zařadit tak nejen početní úlohy, ale i otázky na ověření znalostí žáků. U početních úloh vyžadují po žácích v řešení celý postup, který mají naučený a je součástí řešených úloh ve studijních textech. U otázek s výběrem odpovědí je vhodné žáky informovat o počtu správných odpovědí a u otevřených otázek jim jednoznačně sdělit, co se po nich požaduje. Část studijních textů a kontrolních prací byla vyzkoušena v praxi.

Vyzkoušené studijní texty shledávají žáci P1.C přehlednými a srozumitelnými. Bavilo je pracovat s nimi v hodině a shledávají je jako užitečné při opakování probrané látky nebo při učení se na testy. Jako plusy vnímají žáci v textech řešené úlohy a opakovací cvičení. Přijde jim to naučné, zábavné a do výuky vhodné, jelikož to obohacuje klasickou výuku. Někteří žáci ale hodnotili texty jako zdlouhavé a nějaká cvičení jako složitá. Vhodné připomínky žáků byly do textů zapracovány. Celkové hodnocení je však o tom, že žákům to přišlo zajímavé a chtěli by takto pracovat častěji. Toto poukazuje na vhodné vypracování studijních textů.

## Závěr

V první části diplomové práce jsem se zabývala výukovými materiály a fyzikálními úlohami důležitými pro výuce, ale také pro tvorbu studijních textů, které jsou součástí praktické části. Do diplomové práce byly shrnuty základní informace o výukových materiálech, především o učebnici, didaktických testech a pracovních listech, jelikož to vše je obsahem mnou vytvořených studijních textů. Texty také obsahují fyzikální úlohy, proto bylo vhodné se jimi zabývat v teoretické části. V neposlední řadě byl uveden Školní vzdělávací program a tematický plán předmětu fyzika ze školy, kde působím, protože jednotlivé texty byly dle tematického plánu řazeny.

Druhou část diplomové práce tvoří 10 studijních textů a 9 kontrolních prací na téma Mechanika. Každý studijní text má jednotnou strukturu a obsahuje řešení a poznámky pro učitele. Studijní texty jsou určeny především pro první ročník střední odborné školy, která není úplně fyzikálně zaměřená a má malou časovou dotaci hodin k předmětu fyzika. Některé studijní texty bylo možné vyzkoušet i v klasické výuce. Při práci se studijními texty jsem mohla pozorovat značný zájem žáků a následně s nimi diskutovat nad problematickými nebo nejasnými částmi textu. Dle jejich zpětné vazby se domnívám, že jsem vytvořila vhodný materiál do výuky, který budu nadále využívat.

Cíle diplomové práce jsem splnila, a vytvořila tak materiál užitečný pro praxi. Podobně bych ráda připravila další navazující materiály obsahující další fyzikální témata. Diplomová práce je přínosná vhodnými materiály do výuky. Současně jsem se také zdokonalila v práci s Wordem, Excelem i dalšími programy při vytváření názorných a po grafické stránce zajímavých obrázků a materiálů pro žáky.

## Seznam použité literatury

- [1] BUDINSKÁ, Libuše. *Tvorba výukových materiálů*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2018. ISBN 978-80-7481-201-9. Dostupné z: <https://www.vzdelavacisluzby.cz/dokumenty/banka-souboru/6293241.pdf#page=4>
- [2] BUREŠ, Jiří. *Hustota kapalin* [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/tabulky/hustota-kapalin.htm>
- [3] BUREŠ, Jiří. *Hustota pevných látek* [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/tabulky/hustota-pevne.htm>
- [4] HAVLÍNOVÁ, Hana. Didaktické testy. *Metodický portál RVP.cz* [online]. 2011. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogický lexikon/D/Didaktické testy>
- [5] HEŘMANOVÁ, Jana a MACEK, Milan. *Metodika pro podporu tvorby školního vzdělávacího programu ve školských zařízeních pro zájmové vzdělávání*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2009. ISBN 978-80-86784-77-9.
- [6] HOLUBOVÁ, Renata. *Didaktika fyziky: studijní modul*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3296-0. Dostupné z: [http://mofy.upol.cz/vystupy/02\\_texty/modul\\_dfy1.pdf](http://mofy.upol.cz/vystupy/02_texty/modul_dfy1.pdf)
- [7] CHAMROVÁ, Martina. *Kvantitativní a kvalitativní úlohy ve výuce fyziky* [online]. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/pedagogika/seminarky2020/Chamrova.pdf>
- [8] JANIŠ, Kamil a LOUDOVÁ, Irena. *Obecná didaktika: (vybraná témata)*. Ústí nad Orlicí: Oftis, 2016. ISBN 978-80-7405-407-5.
- [9] JANIŠ, Kamil a ONDŘEJOVÁ, Edita. *Slovník pojmů z obecné didaktiky*. Opava: Slezská univerzita, 2006. ISBN 80-7248-352-8.
- [10] JANIŠ, Kamil. *Obecná didaktika*. Opava: Slezská univerzita, 2019. Dostupné z: [https://repozitar.cz/repo/39416/Obecna\\_didaktika.pdf](https://repozitar.cz/repo/39416/Obecna_didaktika.pdf)
- [11] KUBERA, Miroslav, Tomáš NEČAS a Vojtěch BENEŠ. *Online učebnice fyziky pro gymnázia* [online]. 2022 [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://e-manuel.cz/kapitoly/>
- [12] LEPIL, Oldřich, Milan BEDNAŘÍK a Radmila HÝBLOVÁ. *Fyzika pro střední školy I*. 5. přepracované vydání. Praha: Prometheus, 2012. ISBN 978-80-7196-428-5.
- [13] LEPIL, Oldřich. *Teorie a praxe tvorby výukových materiálů: zvyšování kvality vzdělávání učitelů přírodních předmětů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2489-7.
- [14] LEVERAGE EDU. All about Teaching-Learning Material. Online. In: *Leverageedu*, 10.1.2024. Dostupné z: <https://leverageedu.com/blog/teaching-learning-material/>
- [15] MANĚNOVÁ, Martina. *Pracovní listy v mateřské škole a na 1. stupni základní školy*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2014. ISBN 978-80-7435-499-1.
- [16] *Materiální didaktické prostředky a učebnice* [online]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.pf.ujep.cz/obecna-didaktika/pdf/Ucebnice.pdf>

- [17] MEŠKAN, Václav. *Tvůrčí řešení problémových úloh* [online]. 2011 [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/materialy/vlachovice/2011/prispevky/003-meskan-prispevek.pdf>
- [18] Oxford University Press ELT. *Creating your own materials to use in class*. Oxford University Press [online]. 2014 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://teachingenglishwithoxford.oup.com/2014/03/12/creating-your-own-materials-to-use-in-class/>
- [19] PETTY, Geoffrey a FOLTÝN, Jiří. *Moderní vyučování*. Vyd. 6., rozš. a přeprac. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0367-4.
- [20] Pexels [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.pexels.com/cs-cz/>
- [21] Pixabay [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/>
- [22] PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0456-5.
- [23] Purpose of teaching and learning materials. *OpenLearn Create* [online]. 2020 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://www.open.edu/openlearncreate/mod/page/view.php?id=168509>
- [24] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. *Encyklopedie fyziky* [online]. 2006-2022 [cit. 30.4.2022]. Dostupné z: [Fyzika :: MEF \(jreichl.com\)](https://www.fyzika.cz/)
- [25] SVOBODA, Emanuel a KOLÁŘOVÁ, Růžena. *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1181-3.
- [26] SVOBODA, Emanuel. *DF - Metodika řešení fyzikálních úloh* [online]. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: [https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF RES ULOH.pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF_RES_ULOH.pdf)
- [27] SVOBODA, Emanuel. *Didaktika fyziky: Metody výuky fyziky* [online]. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: [https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF METODY.pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF_METODY.pdf)
- [28] TRNA, Josef. *Didaktika fyziky I.: 6 Fyzikální úlohy* [online]. 2009. [cit. 2024-03-16]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/ped/podzim2010/FY2MP\\_DF1/um/DF1.6 Fyzikalni ulohy.pdf](https://is.muni.cz/el/ped/podzim2010/FY2MP_DF1/um/DF1.6_Fyzikalni_ulohy.pdf)
- [29] VAŠČÁK, Vladimír. [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.vascak.cz/#>
- [30] *Zásady pro zpracování školního vzdělávacího programu* [online]. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://digifolio.rvp.cz/view/view.php?id=12161>
- [31] ZIELENIECOVÁ, Pavla. *Didaktické testy: Doplnkový text k předmětu Pedagogika ve studiu učitelství na MFF UK* [online]. [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: [https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/pedagogika/dopl\\_texty/Didakticke%20testy.pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/pedagogika/dopl_texty/Didakticke%20testy.pdf)

## Seznam příloh

- Příloha č. 1: Studijní text – Kinematika
- Příloha č. 2: Kontrolní práce – Převody jednotek
- Příloha č. 3: Studijní text – Rychlost a zrychlení
- Příloha č. 4: Kontrolní práce – Kinematika I. část
- Příloha č. 5: Studijní text – Volný pád a pohyb po kružnici
- Příloha č. 6: Kontrolní práce – Kinematika II. část
- Příloha č. 7: Studijní text – Síly
- Příloha č. 8: Kontrolní práce – Síly
- Příloha č. 9: Studijní text – Newtonovy pohybové zákony a hybnost
- Příloha č. 10: Kontrolní práce – Newtonovy pohybové zákony a hybnost
- Příloha č. 11: Studijní text – Mechanická práce a energie
- Příloha č. 12: Studijní text – Výkon, příkon, účinnost
- Příloha č. 13: Pexeso
- Příloha č. 14: Kontrolní práce – Mechanická práce a energie, výkon, příkon, účinnost
- Příloha č. 15: Studijní text – Gravitační pole
- Příloha č. 16: Kontrolní práce – Gravitační pole
- Příloha č. 17: Studijní text – Mechanika tuhého tělesa
- Příloha č. 18: Kontrolní práce – Mechanika tuhého tělesa
- Příloha č. 19: Studijní text – Mechanika tekutin
- Příloha č. 20: Kontrolní práce – Mechanika tekutin

## OPAKOVÁNÍ – PŘEVODY JEDNOTEK

### 1. Převed' ze základní jednotky na jednotku

v závorce.

- 1 500 m [km] =
- 0,025 N [ $\mu$ N] =
- 0,000 0045 m [nm] =
- 450 000 J [GJ] =

### 3. Převed' na jednotku v závorce.

- 15 min [h] =
- 40 min [s] =
- 900 s [h] =
- 3 dny [min] =

## NOVÉ UČIVO – KINEMATIKA

### MECHANIKA

= obor fyziky zabývající se mechanickým pohybem těles

- kinematika** = popisuje různé druhy pohybů, ale nezabývá se příčinami pohybu
- dynamika** = studuje příčiny pohybu těles a jeho změny

### HMOTNÝ BOD

- Hmotný bod je model tělesa, u něhož bereme v úvahu pouze hmotnost a zanedbáváme jeho rozměry.

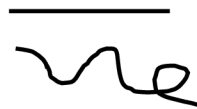
### MECHANICKÝ POHYB

- Pohybem nazýváme stav, kdy těleso mění v určitém čase svoji polohu.
- Klid nebo pohyb určujeme vzhledem k jiným tělesům.
- Určujeme vztažnou soustavu (= soustava, vzhledem ke které určujeme, zda se těleso pohybuje).
- [Klikni sem](#) a prohlédni si pohyby jednotlivých bodů na jízdním kole:
- Stav klidu nebo pohybu je relativní, tj. stav lze posoudit jen k vybrané vztažné soustavě.

### TRAJEKTORIE

= množina všech bodů, jimiž hmotný bod během svého pohybu prochází

- Pohyb dle tvaru trajektorie dělíme na:
  - přímočarý** – trajektorií je část přímky,
  - křivočarý** – trajektorií je libovolná křivka.



### DRÁHA

= délka trajektorie, kterou hmotný bod urazí za daný čas

- **označení:**  $s$
- **základní jednotka:** m (metr)

### RYCHLOST

- Pokud hmotný bod urazí dráhu  $s$  za čas  $t$ , pohybuje se průměrnou rychlostí o velikosti  $v = \frac{s}{t}$ .
- **označení:**  $v$
- **základní jednotka:**  $\frac{m}{s}$  (metr za sekundu)

- převod jednotek:  $\frac{m}{s} \cdot 3,6 \rightarrow \frac{km}{h}$  nebo  $\frac{km}{h} \div 3,6 \rightarrow \frac{m}{s}$
- **okamžitá rychlost** = vektorová veličina, která určuje velikost rychlosti a její směr v daném bodě trajektorie
- Pohyb dle velikosti rychlosti dělíme na:
  - a) **rovnoměrný pohyb** = velikost rychlosti je při pohybu konstantní (= nemění se),
  - b) **nerovnoměrný pohyb** = velikost rychlosti není konstantní (= mění se), za stejný čas urazí hmotný bod různě velké dráhy.

## ➔ PROCVIČOVÁNÍ

### 1. Převeď na jednotku v závorce.

a.  $10 \frac{m}{s} \left[ \frac{km}{h} \right] =$

b.  $90 \frac{km}{h} \left[ \frac{m}{s} \right] =$

c.  $72 \frac{m}{s} \left[ \frac{km}{h} \right] =$

d.  $120 \frac{km}{h} \left[ \frac{m}{s} \right] =$

### 2. Porovnej rychlosti zvířat.



mravenec  
 $3,1 \frac{km}{h}$

lev  
 $80 \frac{km}{h}$

pes  
 $11,1 \frac{m}{s}$

netopýr ušatý  
 $4,2 \frac{m}{s}$

orel bělohlavý  
 $160 \frac{km}{h}$

Pořadí od nejrychlejšího	zvíře
1	
2	
3	
4	
5	



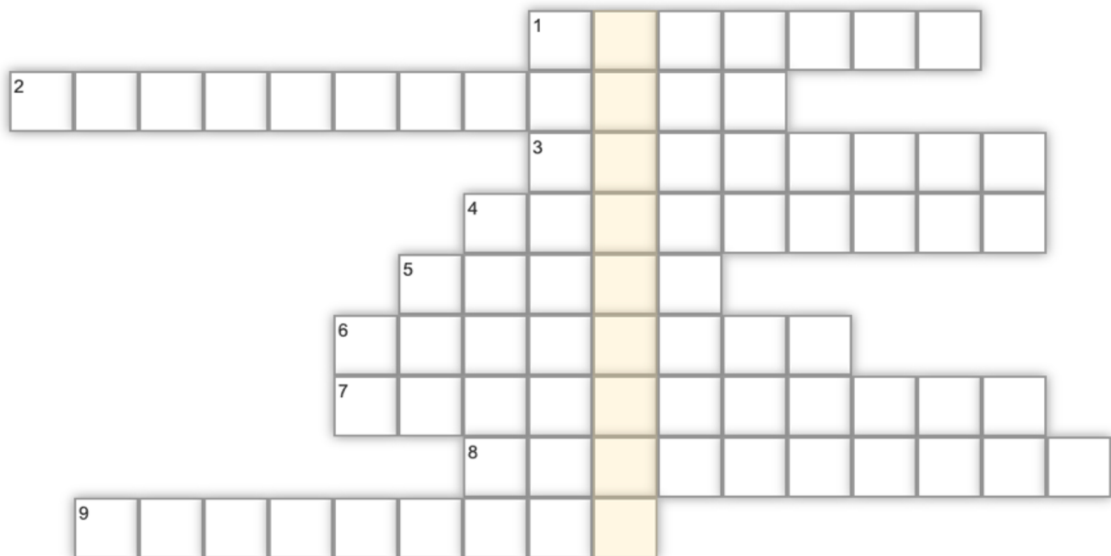
## OPAKOVÁNÍ

### 1. Opakovací otázky:

- Co je kinematika?
- Co je hmotný bod?
- Zkus vysvětlit rozdíl mezi trajektorií a dráhou.
- Jaký je rozdíl mezi rovnoměrným a nerovnoměrným pohybem?

### 2. Tajenka

\_\_\_\_\_ (tajenka) je charakteristika pohybu, která popisuje, jakým způsobem se mění rychlost tělesa v čase.



- Soustava, dle které určíme, zda je těleso v klidu nebo v pohybu.
- Pohyb, pro který není rychlost konstantní.
- Část mechaniky zabývající se příčinami pohybu těles.
- Obor fyziky, který zkoumá pohyb těles.
- Fyzikální veličina, jejíž základní jednotkou je metr.
- Fyzikální veličina, jejíž základní jednotkou je  $\frac{m}{s}$ .
- Množina všech bodů, kterými projde hmotný bod při pohybu.
- Část mechaniky, která popisuje různé druhy pohybů, ale nezabývá se jeho příčinami.
- Jestliže stav klidu nebo pohybu lze posoudit pouze na zvolené soustavě, řekneme, že stav klidu a pohybu je ...

**verze A – Převody jednotek**

**1. Převeď na jednotku v závorce.**

- a.  $0,2 \text{ N [kN]} =$
- b.  $0,007 \text{ MJ [J]} =$
- c.  $83\,000 \text{ nm [mm]} =$
- d.  $4\,320 \text{ min [h]} =$
- e.  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right] =$
- f.  $54 \frac{\text{km}}{\text{h}} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] =$

**2. Vyřeš:**

- a.  $1,5 \text{ km} + 800 \text{ m} + 2\,000 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$
  
- b.  $0,2 \text{ kN} + 300 \text{ N} + 1\,000 \text{ mN} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
  
- c.  $5 \text{ h} + 30 \text{ min} + 4\,200 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ min}$

**verze B – Převody jednotek**

**1. Převeď na jednotku v závorce.**

- a.  $0,0022 \text{ m [nm]} =$
- b.  $0,5 \text{ N [kN]} =$
- c.  $120 \text{ mm [km]} =$
- d.  $42 \text{ min [h]} =$
- e.  $15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right] =$
- f.  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] =$

**2. Vyřeš:**

- a.  $0,3 \text{ km} + 200 \text{ m} + 800 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$
  
- b.  $1,5 \text{ kN} + 250 \text{ N} + 50\,000 \text{ mN} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$
  
- c.  $2 \text{ h} + 15 \text{ min} + 2\,400 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

## OPAKOVÁNÍ – DRUHY POHYBU A VZTAH PRO RYCHLOST

1. Přiřaď ke každému druhu pohybu jeden konkrétní příklad.



pohyb ručičky na hodinách



cyklista jedoucí rovně z kopce, kdy postupně zrychluje

rovnoměrný  
přímocharý

rovnoměrný  
křivocharý

nerovnoměrný  
přímocharý

nerovnoměrný  
křivocharý



vozík jedoucí na horské dráze

auto jedoucí stále stejnou rychlostí po rovném úseku dálnice



2. Vztah mezi průměrnou rychlostí  $v$ , dráhou  $s$  a časem  $t$  může mít tyto tři podoby:

$v =$

$s =$

$t =$

## NOVÉ UČIVO – RYCHLOST A ZRYCHLENÍ

### VÝPOČET RYCHLOSTI

1. Milan si vyšel na výlet. Nejdříve šel 2 hodiny po rovině rychlostí  $6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , další hodinu vystupoval do prudkého kopce a jeho rychlost se zmenšila na  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Jaká byla jeho průměrná rychlost?

**Řešení:**

Nejdříve si musíme spočítat jednotlivé dráhy zadaných dvou úseků.

První úsek:

$$t_1 = 2 \text{ h}$$

$$v_1 = 6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$s_1 = ? [\text{km}]$$

$$s_1 = v_1 \cdot t_1$$

$$s_1 = 6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 2 \text{ h} = 12 \text{ km}$$

Druhý úsek:

$$t_2 = 1 \text{ h}$$

$$v_2 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$s_2 = ? [\text{km}]$$

$$s_2 = v_2 \cdot t_2$$

$$s_2 = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 1 \text{ h} = 3,6 \text{ km}$$

Nyní už můžeme vypočítat průměrnou rychlost Milana, jelikož známe už celkovou uraženou dráhu a celkový čas.

$$v_p = \frac{s}{t}$$
$$v_p = \frac{12 \text{ km} + 3,6 \text{ km}}{2 \text{ h} + 1 \text{ h}} = \frac{15,6 \text{ km}}{3 \text{ h}} = 5,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Milanova průměrná rychlost byla  $5,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

### ZRYCHLENÍ

- Průměrné zrychlení vyjadřuje změnu velikosti rychlosti za jednotku času.
- **označení:**  $a$
- **základní jednotka:**  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- Zrychlení určíme jako podíl změny rychlosti a doby, za kterou k této změně došlo:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ .

### VÝPOČET ZRYCHLENÍ

1. Automobil jede rychlostí  $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . V určitém okamžiku řidič šlápne na plyn a během 20 s zvětší rychlost na  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Určete zrychlení automobilu.

#### Řešení:

Nejdříve provedeme zápis zadaných veličin a povšimneme si, že budeme muset nejdříve převést některé jednotky. Zvolíme převod času na hodiny nebo převod rychlostí na m/s. Zvolila jsem převod rychlostí. Poté už jen použijeme nově naučený vztah pro výpočet zrychlení.

$$v_0 = 45 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t = 20 \text{ s}$$

$$v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = ? [\text{m/s}^2]$$

---

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

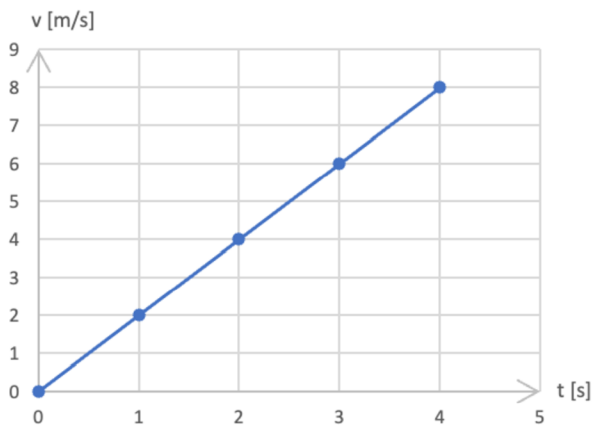
$$a = \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \text{ s}} = 0,625 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**Zrychlení automobilu je  $0,625 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .**

## DRUHY MECHANICKÝCH POHYBŮ – SHRUTÍ

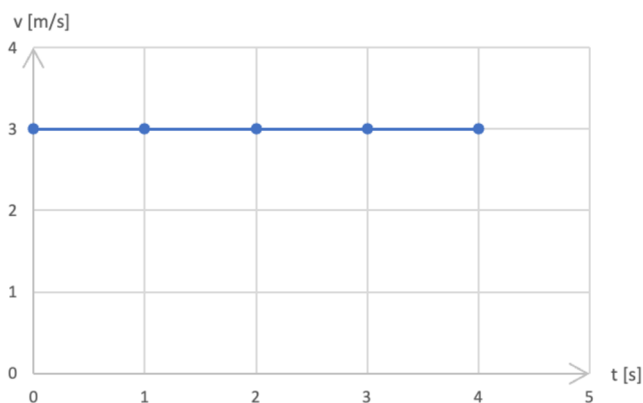
- Až si projdeš následující kapitolu, tak [zde klikni](#) a projdi si jednotlivé druhy pohybu a jim odpovídající grafy.

### 1. pohyb rovnoměrně zrychlený



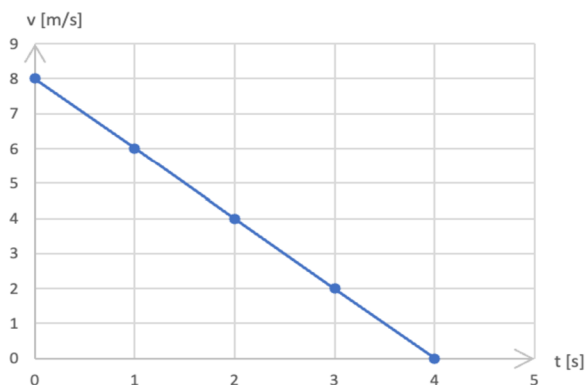
- Zrychlení je konstantní a velikost rychlosti se s časem zvětšuje.
- Dráha rovnoměrně zrychleného pohybu s nulovou počáteční rychlostí:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ .
- Při zadaných počátečních podmínkách (= hodnoty veličin na začátku měření) musíme využít vztah:  
 $s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ .

### 2. pohyb rovnoměrný přímočarý



- Rychlost je konstantní.
- Trajektorií je přímka.
- Používáme již známý vztah:  $s = v \cdot t$ , který by odpovídal obsahu obdélníka pod úsečkou.

### 3. pohyb rovnoměrně zpomalený



- Velikost rychlosti se s časem zmenšuje.
- Stejný vztah jako u pohybu rovnoměrně zrychleného:  $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ .
- Ve výpočtech se zpomalení projevuje znaménkem minus.
- Při zadaných počátečních podmínkách musíme využít vztah:  $s = s_0 + v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ .

## ➤ PROCVIČOVÁNÍ

1. Automobil se rozjíždí se zrychlením  $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  po dráze 400 m. Vypočítejte dobu rozjíždění a konečnou rychlost automobilu. **[40 s;  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ]**

2. Velikost rychlosti osobního vlaku se během 50 s zmenšila ze  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  na  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Pohyb vlaku je rovnoměrně zpomalený. S jakým zrychlením se vlak pohyboval a jakou dráhu, při tom ujel? **[ $0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ; 750 m]**

3. Jak dlouho bude trvat hlemýždi kroupnatému doplazit se k salátu na zahrádce vzdálenému 6 metrů, když se pohybuje rychlostí  $0,048 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ?

**[7,5 min]**



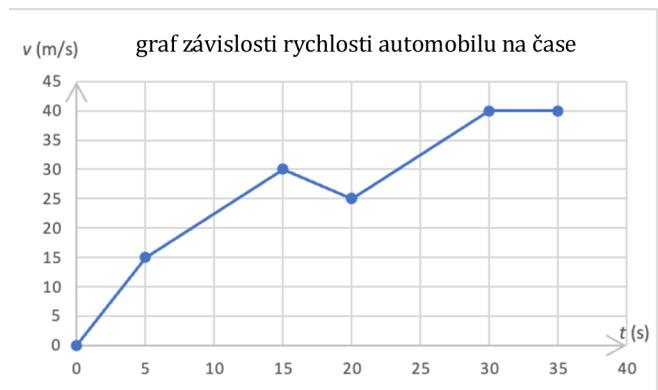
## OPAKOVÁNÍ

1. Zkus vymyslet ke každému pohybu (tj. pohyb rovnoměrně zrychlený, pohyb rovnoměrný přímočarý a pohyb rovnoměrně zpomalený) alespoň jeden příklad.

### 2. Zrychlení automobilu

Během prvních 35 s byla změřena aktuální rychlost vozu (viz graf). Určete průměrné zrychlení vozu.

- a. během prvních 5 sekund,
- b. od 5. do 15. sekundy,
- c. od 15. do 20. sekundy,
- d. od 30. sekundy dále.



$$\left[3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; -1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$$





5. Automobil projel za 15 minut ulicemi města, přičemž ujel celkem 9 km. Urči jeho průměrnou rychlost.

5. Cyklista projel dráhu 3 km za 10 minut. Jaká byla jeho průměrná rychlost?

6. Jaká je rychlost cyklisty při zrychlení  $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , kterou cyklista dosáhne z klidu za dobu 20 s? Výsledek **uved' v  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$** .

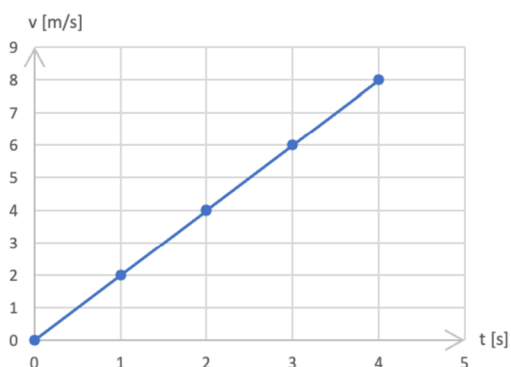
6. Jaká je rychlost letadla při zrychlení  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , kterou letadlo dosáhne z klidu za dobu 10 s? Výsledek **uved' v  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$** .

## OPAKOVÁNÍ – DRUHY POHYBŮ

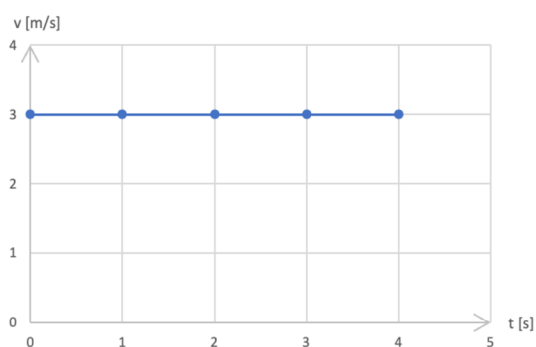
Ke grafu závislosti rychlosti na čase přiřaď správný typ pohybu.

(**Nápověda:** pohyb rovnoměrně zrychlený, pohyb rovnoměrně zpomalený, pohyb rovnoměrný).

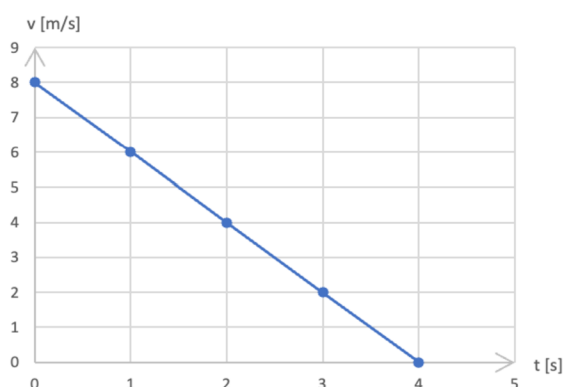
a.



b.



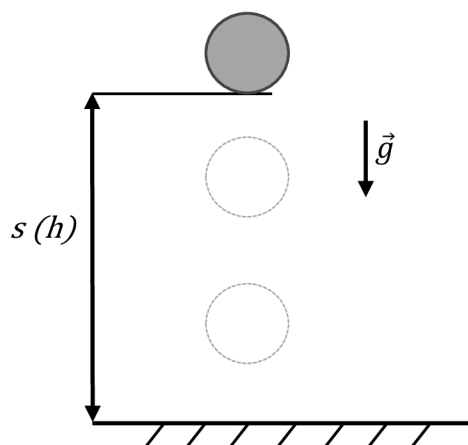
c.



## NOVÉ UČIVO – VOLNÝ PÁD A POHYB PO KRUŽNICI

### VOLNÝ PÁD

- Jedná se o pohyb rovnoměrně zrychlený v tíhovém poli Země.
- Zrychlení volného pádu nazýváme tíhové zrychlení  $g$ .
- Dohodnutá hodnota **tíhového zrychlení** má velikost  $g \doteq 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  (mnohdy se používá  $g \doteq 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).
- Výpočet okamžité rychlosti volného pádu:  $v = g \cdot t$ .



- Výpočet dráhy volného pádu:

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \text{ (dráhu } s \text{ můžeme také nahradit výškou } h\text{).}$$

### VOLNÝ PÁD VÝPOČTY

1. Kroupy dopadají na zem rychlostí  $11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Z jaké výšky kroupy padají, jestliže neuvažujeme odporové síly vzduchu.

**Řešení:**

$$v = 11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = ? [\text{m}]$$

---


$$v = g \cdot t \rightarrow t = \frac{v}{g}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{v}{g}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{v^2}{g^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{g}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(11 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \mathbf{6,05 \text{ m}}$$

**Kroupy padají přibližně z výšky 6 metrů.**

2. Jak hluboká je propast Macocha, jestliže volně puštěný kámen dopadne na její dno za dobu 5,25 s? Odpor vzduchu neuvažujte.

**Řešení:**

$$s = ? [\text{m}]$$

$$t = 5,25 \text{ s}$$

---


$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

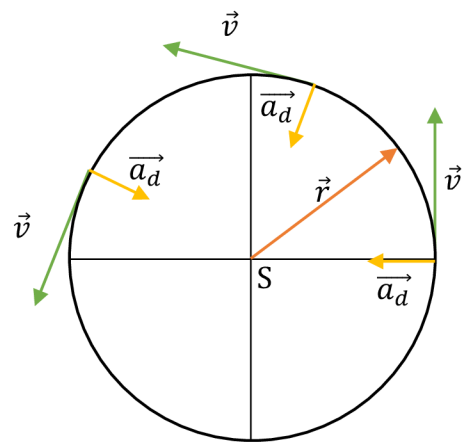
$$s = \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (5,25 \text{ s})^2 \doteq \mathbf{138 \text{ m}}$$

**Propast Macocha je hluboká přibližně 138 metrů.**

### ROVNOMĚRNÝ POHYB HMOVNÉHO BODU PO KRUŽNICI

- periodický pohyb = pohyb se stejným způsobem opakuje
- **oběžná doba = perioda** = doba, za kterou hmotný bod opíše celou kružnici
  - o označení:  $T$
  - o jednotka: s (sekunda)
- **frekvence** = počet oběhů hmotného bodu po kružnici za jednotku času
  - o označení:  $f$
  - o jednotka: Hz (hertz)
  - o vztah:  $f = \frac{1}{T}$

- **průvodič** = spojnice hmotného bodu se středem kružnice; délka je rovna poloměru kružnice  $r$
- Dráha, kterou hmotný bod urazí za periodu je rovna délce kružnice:  $s = 2 \cdot \pi \cdot r$ .
- **rovnoměrný pohyb po kružnici**
  - o velikost obvodové rychlosti:  $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \omega \cdot r$ , kde  $\omega$  je úhlová rychlost číselně rovna úhlu, který opíše průvodič hmotného bodu za 1 sekundu
- **úhlová rychlost**
  - o označení:  $\omega$
  - o jednotka:  $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$  (radián za sekundu)
  - o vztah:  $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$
- Při rovnoměrném pohybu po kružnici je velikost rychlosti konstantní, ale mění se směr rychlosti  $\rightarrow$  tečné zrychlení po kružnici je nulové, ale normálové zrychlení nulové není (mění se směr okamžité rychlosti).
- **normálové / dostředivé zrychlení**
  - o označení:  $\vec{a}_d$
  - o jednotka:  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
  - o vztah:  $a_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$



### POHYB PO KRUŽNICI VÝPOČTY

1. Kolotoč koná 15 otáček za minutu. Určete jeho úhlovou rychlost a rychlost chlapce na sedačce, která opisuje kružnici o poloměru 5 m.

**Řešení:**

$$f = 15 \frac{\text{otáček}}{\text{minutu}} = \frac{15 \text{ otáček}}{60 \text{ sekund}} = 0,25 \text{ Hz}$$

$$\omega = ? \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

$$v = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

---


$$r = 5 \text{ m}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot 0,25 \text{ Hz} = \frac{\pi}{2} \text{ Hz} \doteq 1,57 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$v = \frac{\pi}{2} \cdot 5 \text{ m} \doteq 7,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Úhlová rychlost kolotoče je přibližně  $1,57 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ . Rychlost chlapce na sedačce je přibližně  $7,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

2. Automobil projíždí zatáčkou o poloměru 50 m rychlostí o stálé velikosti  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jak velké je dostředivé zrychlení automobilu v zatáčce?

**Řešení:**

$$r = 50 \text{ m}$$

$$v = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_d = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

---

$$a_d = \frac{v^2}{r}$$

$$a_d = \frac{(10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{50 \text{ m}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Dostředivé zrychlení automobilu v zatáčce jsou  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Vypočítejte okamžitou rychlost a dráhu volně padajícího tělesa ve vakuu za dobu 1 s, 2 s, 3 s, 4 s, 5 s. Výsledky zapisujte do vhodně připravené tabulky. Sestrojte graf závislosti dráhy volného pádu tělesa na čase.

2. Porovnejte frekvence otáčení.



kolotoč  
0,2 Hz



centrifuga na  
odstředění krve  
3 500 ot/min



buben pračky  
57 ot/min



vrtačka  
1 050 ot/min



Země kolem své osy  
0,000 012 Hz



pevný disk  
120 Hz

Pořadí od největší po nejmenší frekvenci	předmět
1	
2	
3	
4	
5	
6	

## OPAKOVÁNÍ

Rozděl příklady ke správným typům pohybu.

### Příklady:

parašutista, kolotoč, brzdící autobus, bruslař v zatáčce, rozjíždějící se cyklista, oběh Země kolem Slunce, déšť dopadající na zem, běžec za cílovou páskou

### Pohyb rovnoměrně zpomalený:

### Volný pád:

### Pohyb rovnoměrně zrychlený:

### Pohyb po kružnici:

Skupina A – Kinematika II. část

1. Jak dělíme pohyb podle tvaru trajektorie?
2. Co je to perioda (oběžná doba)?
3. Rozděli příklady ke správným typům pohybů.  
**Příklady:** parašutista, družice, brzdící automobil, konec ručičky hodin, padající kámen do studny, rozjíždějící se cyklista, běžec v zatáčce, běžec za cílovou páskou

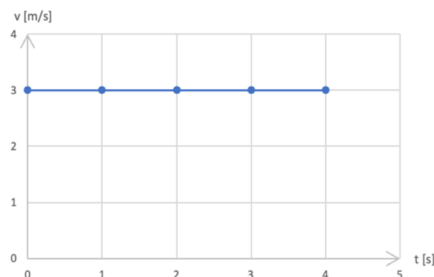
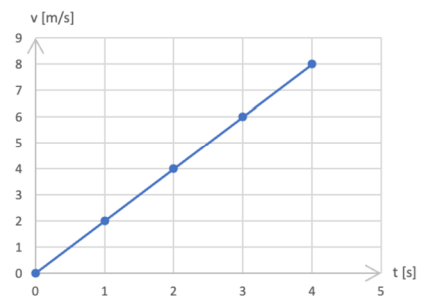
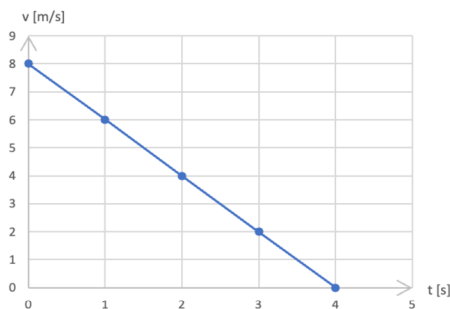
**Pohyb rovnoměrně zpomalený:**

**Volný pád:**

**Pohyb rovnoměrně zrychlený:**

**Pohyb po kružnici:**

4. Ke grafu závislosti rychlosti na čase přiřaď správný typ pohybu. (**nápověda:** pohyb rovnoměrný; pohyb rovnoměrně zrychlený; pohyb rovnoměrně zpomalený)



5. Automobil, jehož kola mají poloměr 0,3 m jede rychlostí  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jaká je úhlová rychlost jeho kol?

## Skupina B – Kinematika II. část

1. Jak dělíme pohyb podle tvaru trajektorie?
2. Co je to frekvence?
3. Rozděl příklady ke správným typům pohybů.  
**Příklady:** parašutista, družice, brzdící automobil, konec ručičky hodin, padající kámen do studny, rozjíždějící se cyklista, běžec v zatáčce, běžec za cílovou páskou

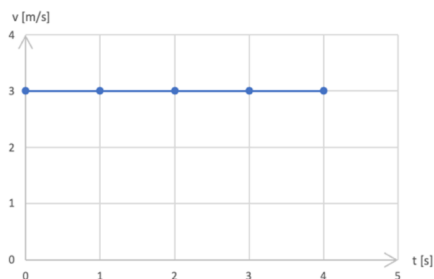
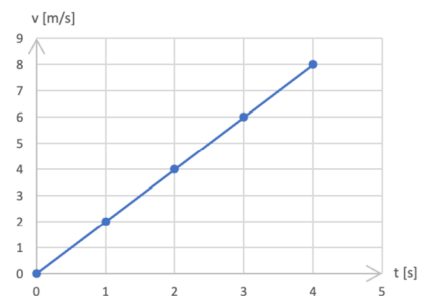
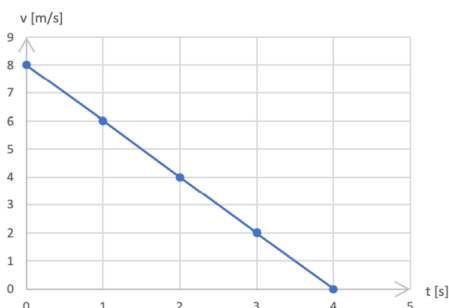
### Pohyb rovnoměrně zpomalený:

### Volný pád:

### Pohyb rovnoměrně zrychlený:

### Pohyb po kružnici:

4. Ke grafu závislosti rychlosti na čase přiřaď správný typ pohybu. (**nápověda:** pohyb rovnoměrný; pohyb rovnoměrně zrychlený; pohyb rovnoměrně zpomalený)



5. Automobil, jehož kola mají poloměr 0,3 m jede rychlostí  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jaká je úhlová rychlost jeho kol?



## OPAKOVÁNÍ – POHYB PO KRUŽNICI

Přiřaď k sobě správné dvojice.

OBVODOVÁ RYCHLOST	= počet oběhů hmotného bodu po kružnici za jednotku času
FREKVENCE	= vyjadřuje změnu dráhy za jednotku času
PERIODA	= spojnice hmotného bodu se středem kružnice
ÚHLOVÁ RYCHLOST	= doba, za kterou hmotný bod opíše celou kružnici
PRŮVODIČ	= vyjadřuje změnu úhlu za jednotku času

## NOVÉ UČIVO – SÍLY

### SÍLA

- Síla je vektorová veličina, která je dána velikostí, směrem a polohou svého působíště.
- Sílu znázorňujeme orientovanou úsečkou, jejíž délka vyjadřuje velikost síly
- příčinou pohybu je vždy síla.
- Síla popisuje vzájemné působení těles.
- **označení:**  $\vec{F}$
- **jednotka:** N (newton)
- Přístroj na měření síly: **siloměr**.



### VZNIK SÍLY

- Vzájemným **dotykem**,
- prostřednictvím **silového pole** (gravitační, elektrické, magnetické).

### ÚČINKY SÍLY

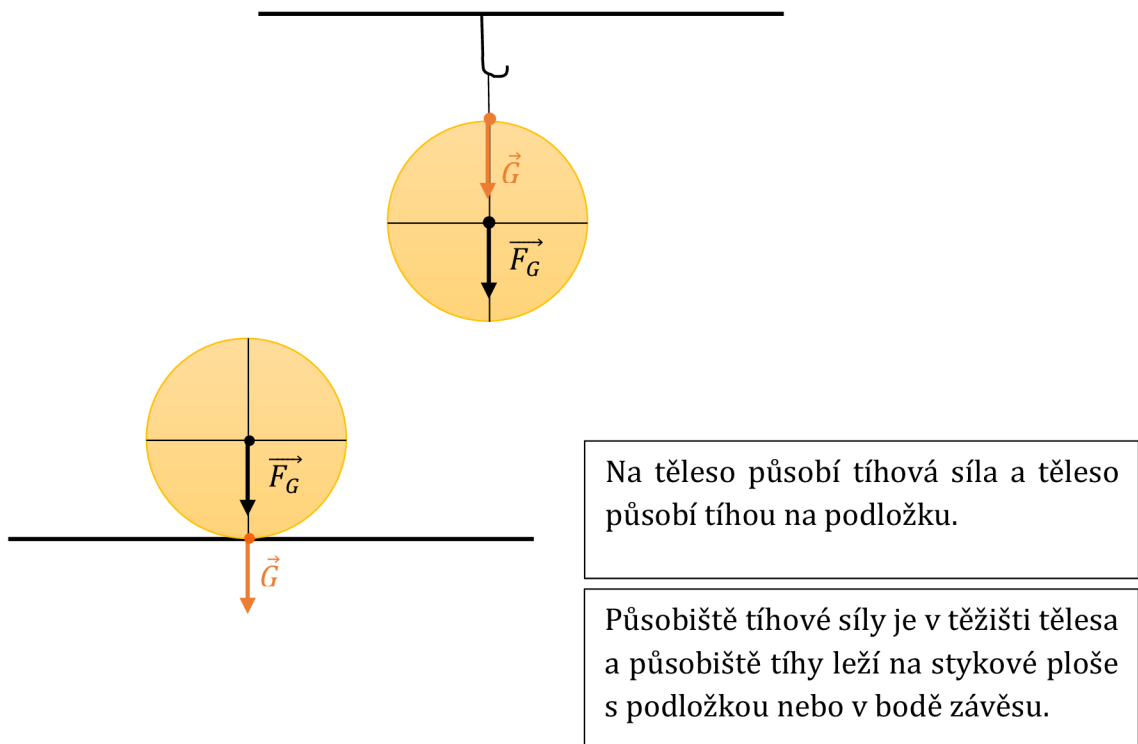
- **Pohybové** – síla uvádí těleso do pohybu (volný pád, rozjezd auta),
- **deformační** – síla deformuje těleso (prodloužení pružiny, stlačení míče).

## TÍHOVÁ SÍLA

- Má svislý směr.
- **označení:**  $\vec{F}_G$
- Tíhové zrychlení označujeme  $\vec{g}$ .
- Na těleso o hmotnosti  $m$  působí tíhová síla o velikosti  $F_G = m \cdot g$ .

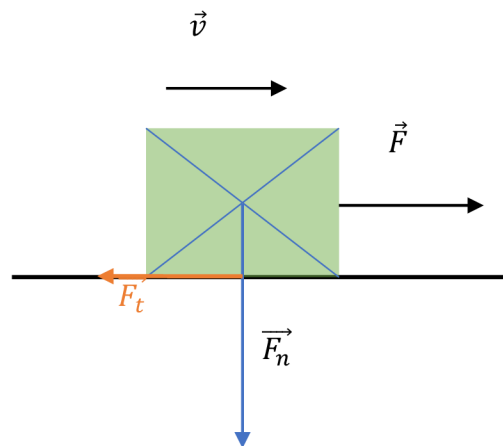
## TÍHA TĚLESA

- Projevuje se jako tlaková síla, kterou působí těleso na podložku, nebo jako tahová síla u zavěšeného tělesa.
- Existence této síly umožňuje měřit hmotnost těles vážením.
- **označení:**  $\vec{G}$



## ODPOROVÉ SÍLY

- mají vždy směr proti pohybu tělesa
- brzdí pohyb těles
- **smykové tření**
  - Vzniká při posouvání tělesa na povrchu jiného tělesa.
  - **označení** třecí síly:  $\vec{F}_t$
  - výpočet:  $F_t = f \cdot F_n$ , kde  $f$  je součinitel smykového tření [bez jednotky] a  $\vec{F}_n$  je normálová síla kolmá k podložce [N]
  - **tření v praxi** - snižování tření (voskování lyží) nebo zvyšování tření (posyp chodníků v zimě)



## DOSTŘEDIVÁ SÍLA

- Jedná se o pohyb hmotného bodu po kružnici.
- dostředivé zrychlení:  $\vec{a}_d$
- Příčinou zrychlení je dostředivá síla.
- vztah:  $F_d = m \cdot a_d$

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Jak velká tíhová síla působí na člověka o hmotnosti 60 kg na povrchu Země? Jak velká přitažlivá síla na něho působí na povrchu Měsíce? Zrychlení volného pádu na povrchu Měsíce je šestkrát menší než na povrchu Země.

### Řešení:

$$m = 60 \text{ kg}$$

$$F_{G_{\text{Země}}} = ? \text{ [N]}$$

$$F_{G_{\text{Měsíc}}} = ? \text{ [N]}$$

$$g_{\text{Měsíc}} = \frac{g}{6} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

---

$$F_{G_{\text{Země}}} = m \cdot g$$

$$F_{G_{\text{Země}}} = 60 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{600 \text{ N}}$$

$$F_{G_{\text{Měsíc}}} = m \cdot g_{\text{Měsíc}}$$

$$F_{G_{\text{Měsíc}}} = 60 \text{ kg} \cdot \frac{5}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{100 \text{ N}}$$

**Na povrchu Země působí na člověka tíhová síla o velikosti 600 N a na povrchu Měsíce 100 N.**

2. Sáně s nákladem o hmotnosti 80 kg jedou stálou rychlostí po kluzké vodorovné silnici působením tažné síly 120 N. Určete hodnotu součinitele smykového tření.

### Řešení:

$$m = 80 \text{ kg}$$

$$F = 120 \text{ N}$$

$$f = ?$$

---

$$F = f \cdot F_n = f \cdot m \cdot g \rightarrow f = \frac{F}{m \cdot g}$$

$$f = \frac{120 \text{ N}}{80 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \mathbf{0,15}$$

**Součinitel smykového tření mezi sáněmi a silnicí je 0,15.**

3. Kulička o hmotnosti 100 g připevněná na vlákno koná rovnoměrný pohyb po kružnici o poloměru 50 cm s frekvencí jeden oběh za sekundu. Jak velkou silou je napínáno vlákno?

**Řešení:**

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

$$r = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$f = 1 \frac{\text{oběh}}{\text{s}} = 1 \text{ Hz}$$

$$F = ? [\text{N}]$$

---

$$F = m \cdot a_d = m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot (2 \cdot \pi \cdot f)^2 \cdot r$$

$$F = 0,1 \text{ kg} \cdot (2 \cdot \pi \cdot 1)^2 \cdot 0,5 \text{ m} \doteq 2 \text{ N}$$

**Vlákno je napínáno silou přibližně 2 N.**

**OPAKOVÁNÍ**

Doplň do textu správná slova.

Síla je \_\_\_\_\_ veličina, která je dána velikostí, směrem a polohou svého působíště. Sílu znázorňujeme \_\_\_\_\_ úsečkou, jejíž délka vyjadřuje velikost síly. Jednotkou síly je \_\_\_\_\_. Síla může vzniknout vzájemným \_\_\_\_\_ nebo prostřednictvím \_\_\_\_\_. Účinky síly mohou být \_\_\_\_\_ nebo \_\_\_\_\_. Na tělesa může působit tíhová síla a těleso působí \_\_\_\_\_ na podložku. Síly, které brzdí pohyb těles se nazývají \_\_\_\_\_ síly. Mezi ně řadíme smykové \_\_\_\_\_ a valivý \_\_\_\_\_.

Skupina A – Síly

1. Napiš 2 způsoby, jak může vznikat síla.
  - 1)
  - 2)
2. Zapiš vzorec pro výpočet tíhové síly. Ke každé použité veličině zapiš její název a jednotku.
3. Urči, jak velkou silou přitahuje Země těleso o hmotnosti 4 kg.
4. Dělník posunuje rovnoměrným pohybem bednu o hmotnosti 50 kg. Jak velkou silou na ni působí, je-li součinitel smykového tření 0,4?

Skupina B – Síly

1. Napiš 2 účinky, které může mít síla.
  - 1)
  - 2)
2. Zapiš vzorec pro výpočet tíhové síly. Ke každé použité veličině zapiš její název a jednotku.
3. Urči, jak velkou silou přitahuje Země těleso o hmotnosti 5 kg.
4. Dělník posunuje rovnoměrným pohybem bednu o hmotnosti 30 kg. Jak velkou silou na ni působí, je-li součinitel smykového tření 0,4?

## OPAKOVÁNÍ – SÍLY

Hledání slov – k opakování [klikni sem](#).

## NOVÉ UČIVO – NEWTONOVY POHYBOVÉ ZÁKONY A HYBNOST

### PRVNÍ NEWTONOVŮV POHYBOVÝ ZÁKON – ZÁKON SETRVAČNOSTI

- „Každé těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud není nuceno působením vnějších sil tento stav změnit.“
- **setrvačnost** = vlastnost těles setrvávat ve stavu před vnějším fyzikálním působením
- [Klikni sem](#) a zastav autobus. Všimni si, co se děje s tělesy v autobuse.

### DRUHÝ NEWTONOVŮV POHYBOVÝ ZÁKON – ZÁKON SÍLY

- „Síla  $\vec{F}$  uděluje tělesu o hmotnosti  $m$  zrychlení  $\vec{a}$ , jehož velikost je přímo úměrná velikosti síly a nepřímo úměrná hmotnosti tělesa.“
- Čím větší je hmotnost tělesa, tím větší síla je nutná k dosažení požadovaného zrychlení.
- **pohybová rovnice:**  $F = m \cdot a$

### ZÁKON SÍLY VÝPOČTY

1. S jakým zrychlením se rozjíždí vozík o hmotnosti 20 kg, působí-li na něj chlapec silou 50 N?

**Řešení:**

$$a = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

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

$$F = 50 \text{ N}$$

---

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{50 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**Vozík se pohybuje se zrychlením  $2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .**

2. Automobil o hmotnosti 1 t se rozjíždí z klidu a za dobu 20 sekund dosáhne rychlosti  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jak velkou tažnou sílu vyvinul motor automobilu? Odporové síly neuvažujte.

### Řešení:

$$m = 1 \text{ t} = 1\,000 \text{ kg}$$

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

$$v = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = ? [\text{N}]$$

---

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{v}{t}$$

$$F = 1000 \text{ kg} \cdot \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \text{ s}} = \mathbf{1250 \text{ N}}$$

**Motor automobilu vyvinul tažnou sílu o velikosti 1250 N.**

### TŘETÍ NEWTONŮV POHYBOVÝ ZÁKON – ZÁKON AKCE A REAKCE

- „Síly, kterými na sebe vzájemně působí dvě tělesa, jsou stejně velké, mají opačný směr, současně vznikají a zanikají.“
- Každá akce vyvolá reakci opačného směru.
- Síly akce a reakce působí každá na jiné těleso, proto se ve svých účincích nevyruší.
- [Zde klikni](#) a potahuj se siloměry, abys viděl, jak funguje zákon akce a reakce.

### HYBNOST TĚLESA

- vektorová veličina
- stejný směr jako rychlost tělesa
- charakterizuje pohybový stav těles
- **označení:**  $\vec{p}$
- **jednotka:**  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Hybnost definujeme jako součin hmotnosti a rychlosti tělesa:  $p = m \cdot v$ .
- Změnu pohybového stavu způsobí vnější síla:  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ .

### ZÁKON ZACHOVÁNÍ HYBNOSTI

- **Izolovaná soustava** hmotných bodů je soustava, na kterou nepůsobí žádné vnější síly.
  - „Celková hybnost všech těles v izolované soustavě se zachovává, tj. zachovává se směr i velikost celkové hybnosti.“
- = na začátku i na konci děje je celková hybnost stejná

### HYBNOST TĚLESA VÝPOČTY

1. Kulečnicková koule o hmotnosti 200 gramů nabude silou úderu 3 N rychlost  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Určete dobu působení úderu.

**Řešení:**

$$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

$$F = 3 \text{ N}$$

$$v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = ? [\text{s}]$$

---

$$F = \frac{p}{t} = \frac{m \cdot v}{t} \rightarrow t = \frac{m \cdot v}{F}$$

$$t = \frac{0,2 \text{ kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ N}} \doteq \mathbf{0,13 \text{ s}}$$

**Úder působí na kouli po dobu přibližně 0,13 sekund.**

## PROCVIČOVÁNÍ

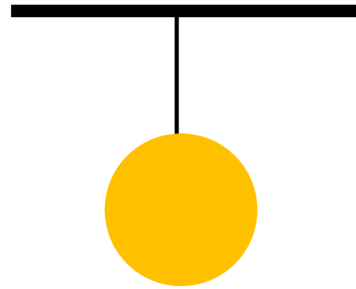
1. Vlak o hmotnosti 500 tun se rozjíždí z klidu působením tažné síly lokomotivy 100 kN. Jak velké rychlosti dosáhne za dobu 1 minuty od začátku svého pohybu? **[12  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ]**
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Jak velkou silou udeří hokejista do stojícího puku o hmotnosti 165 g, jestliže puk nabyl rychlosti 90  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ ? Doba působení nárazové síly byla 0,01s. **[412,5 N]**



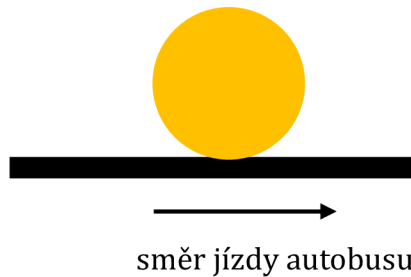
## OPAKOVÁNÍ

1. Na stropě autobusu je připevněný balonek. Dle obrázku vyber všechny možnosti, které mohou být pravdivé.

- a. autobus stojí
- b. autobus zrychluje
- c. autobus zpomaluje
- d. autobus jede stále stejnou rychlostí



2. Na podlaze autobusu leží balonek. Jak se bude pohybovat, až se dá autobus do pohybu? Doplně správný směr do obrázku.



Skupina A – Newtonovy pohybové zákony a hybnost

1. Vyjmenuj 3 Newtonovy pohybové zákony.

---

---

---

2. Vyber si jeden Newtonův zákon a napiš jeho definici nebo ho vlastními slovy popiš.

3. Co charakterizuje hybnost tělesa?

4. Astronaut Albert zatlačí silou na astronauta Boba. Co se potom stane?

- Protože Albert odstrčil Boba, zůstane Albert na místě a Bob odletí pryč.
- Protože se Albert odtlačil od Boba, zůstane Bob na místě a Albert odletí pryč.
- Albert odstrčil Boba, a zároveň se i Albert odtlačil od Boba. Proto odletí oba, každý na opačnou stranu.

Skupina B – Newtonovy pohybové zákony a hybnost

1. Vyjmenuj 3 Newtonovy pohybové zákony.

---

---

---

2. Vyber si jeden Newtonův zákon a napiš jeho definici nebo ho vlastními slovy popiš.

3. Co říká zákon zachování hybnosti?

4. Představ si jezdící schody (eskalátory), které se prudce zabrzdí. Co se asi stane s člověkem, který na nich stál?

- upadne ve směru jízdy
- upadne proti směru jízdy
- nijak to brždění nepozná

5. Jaké rychlosti dosáhne z klidu těleso o hmotnosti 24 kg, když na ně bude po dobu 20 s působit konstantní síla 96 N? Jaká bude hybnost tohoto tělesa?

5. Jaké rychlosti dosáhne z klidu těleso o hmotnosti 24 kg, když na ně bude po dobu 10 s působit konstantní síla 84 N? Jaká bude hybnost tohoto tělesa?

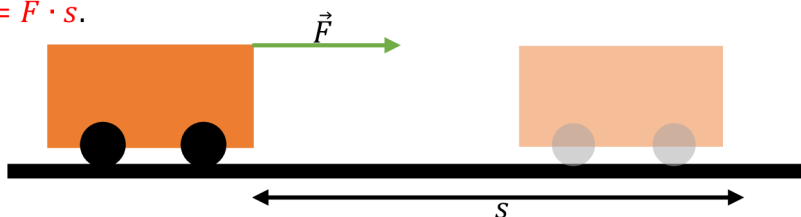
## OPAKOVÁNÍ – NPZ

[Zde klikni](#) a zopakuj si minulou látku. Vyber si dle svého uvážení verzi hry.

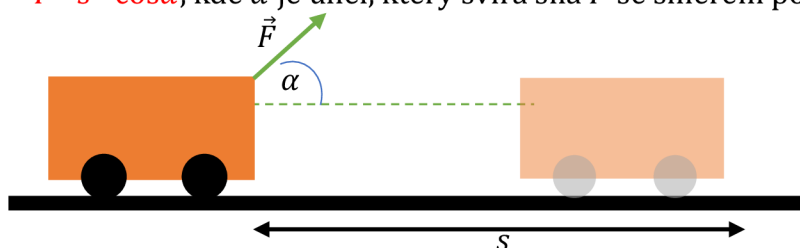
## NOVÉ UČIVO – MECHANICKÁ PRÁCE A ENERGIE

### MECHANICKÁ PRÁCE

- **označení:**  $W$
- **jednotka:** J (joule)
- Těleso koná mechanickou práci, jestliže přemístí působením síly jiné těleso po dráze ve směru síly.
- Mechanická práce konaná silou **působící** na těleso ve směru pohybu je  $W = F \cdot s$ .



- Mechanická práce konaná silou **nepůsobící** na těleso ve směru pohybu je  $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$ , kde  $\alpha$  je úhel, který svírá síla  $\vec{F}$  se směrem pohybu tělesa.



### MECHANICKÁ PRÁCE VÝPOČTY

1. Cyklista jede stálou rychlostí po vodorovné silnici proti větru, který na něj působí stálou silou 12 N. Jakou práci vykoná při překonání síly větru na dráze 5 km? Jakou práci by vykonal, pokud by směr větru svíral se směrem jeho pohybu úhel  $60^\circ$ ?

#### Řešení:

$$F = 12 \text{ N}$$

$$W_1 = ? \text{ [J]}$$

$$s = 5 \text{ km} = 5\,000 \text{ m}$$

$$W_2 = ? \text{ [J]} \text{ pro } \alpha = 60^\circ$$

---

$$W_1 = F \cdot s$$

$$W_1 = 12 \text{ N} \cdot 5\,000 \text{ m} = \mathbf{60\,000 \text{ J} = 60 \text{ kJ}}$$

$$W_2 = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$

$$W_2 = 12 \text{ N} \cdot 5\,000 \text{ m} \cdot \cos(60^\circ) = \mathbf{30\,000 \text{ J} = 30 \text{ kJ}}$$

Cyklista při překonávání síly větru vykoná práci 60 kJ. Pokud by směr větru svíral s pohybem cyklisty úhel 60°, vykonal by cyklista práci 30 kJ.

### MECHANICKÁ ENERGIE

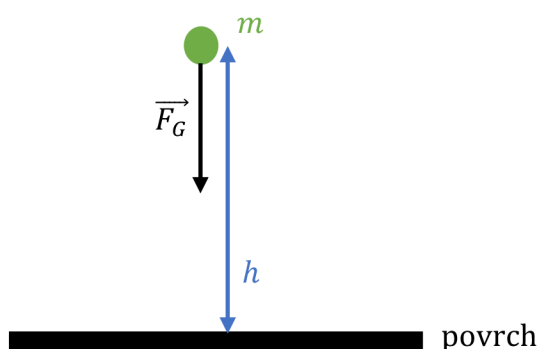
- = schopnost tělesa konat práci
- skalární fyzikální veličina
- **označení:**  $E$
- **jednotka:** J (joule)
- Těleso, které má energii, může vykonat odpovídající práci.
- Každá změna energie je spojena s konáním práce.

### KINETICKÁ (POHYBOVÁ) ENERGIE

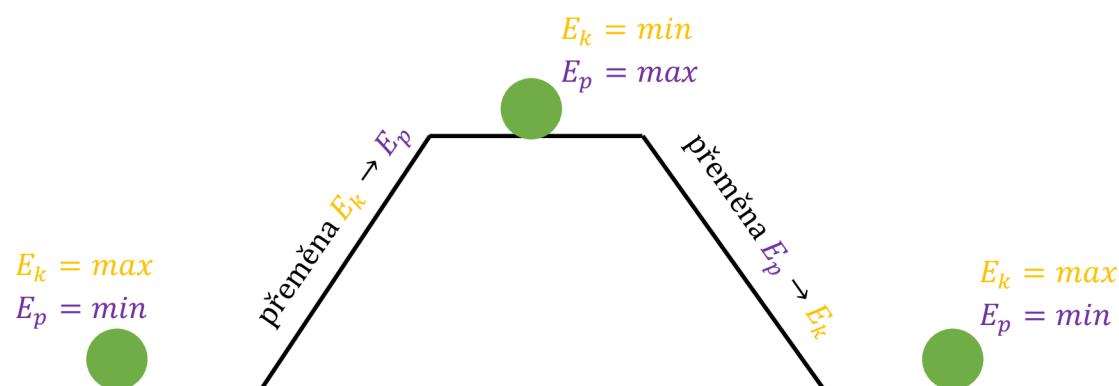
- Charakterizuje pohybový stav tělesa vzhledem k vztažné soustavě.
- Kinetickou energii má pohybující se těleso.
- Souvisí s rychlostí, kterou těleso získalo působením síly.
- **označení:**  $E_k$
- **jednotka:** J (joule)
- vztah:  $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

### POTENCIÁLNÍ (POLOHOVÁ) ENERGIE

- Energie tělesa nacházejícího se v silovém poli jiného tělesa.
- Při zvedání tělesa nad povrch musíme překonat tíhovou sílu.
- **označení:**  $E_p$
- **jednotka:** J (joule)
- vztah:  $E_p = m \cdot g \cdot h$



### PŘEMĚNA KINETICKÉ A POTENCIÁLNÍ ENERGIE



## ZÁKON ZACHOVÁNÍ MECHANICKÉ ENERGIE (ZZME)

- **Izolovaná soustava těles** = soustava, která svoji energii okolí nepředává ani ji z okolí nepřijímá
- Při všech mechanických dějích v izolované soustavě se mění kinetická energie na potenciální a naopak.
- Celková energie soustavy zůstává konstantní:  $E = E_k + E_p = konst.$

## ENERGIE VÝPOČTY

1. Kladivo o hmotnosti 300 g dopadne na hřebík rychlostí  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Jakou průměrnou silou působí na hřebík, který pronikne do desky do hloubky 5 cm?

**Řešení:**

$$m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$$

$$v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = ? [\text{N}]$$

$$s = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

---

$$W = E_k$$

$$F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \rightarrow \quad F = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot s}$$

$$F = \frac{0,3 \text{ kg} \cdot \left(3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 0,05 \text{ m}} = 27 \text{ N}$$

**Kladivo působí na hřebík silou 27 N.**

2. Míček o hmotnosti 50 g volně padá z výšky 2 m. Na podlaze se odrazí a vystoupí do výšky 1,5 m. Jaká část mechanické energie se přeměnila na jiné druhy energie míčku?

**Řešení:**

$$m = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$$

$$h_1 = 2 \text{ m}$$

$$h_2 = 1,5 \text{ m}$$

$$\Delta E_p = ? [\text{J}]$$

---

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2)$$

$$\Delta E_p = 0,05 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2 \text{ m} - 1,5 \text{ m}) = 0,25 \text{ J}$$

**Došlo k přeměně energie o velikosti 0,25 J.**

3. Řidič automobilu nezvládl řízení a auto v plné rychlosti  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  vyjelo ze silnice a spadlo na dno strže. Jakou rychlostí auto dopadlo, jestliže strž je hluboká 25 m?

**Řešení:**

$$v_1 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = ? \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$h = 25 \text{ m}$$

---

$$E_{k_2} = E_{k_1} + E_p$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h$$

$$m \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot v_2^2 \right) = m \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot v_1^2 + g \cdot h \right)$$

$$\frac{1}{2} \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot v_1^2 + g \cdot h$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2 \cdot g \cdot h}$$

$$v_2 = \sqrt{\left( 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 + 2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25 \text{ m}} = \sqrt{1125} \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 33,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Auto dopadlo na dno strže rychlostí přibližně  $33,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , což je přibližně  $121 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .**

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Jakou mechanickou práci vykoná síla naší paže, jestliže nákupní tašku o hmotnosti 8 kg
  - a) zvedneme do výše 1 m,
  - b) držíme ve výši 1 m?

**[a) 80 J, b) 0 J]**

2. Kabina výtahu o hmotnosti 400 kg vystoupí ze třetího do pátého patra. O jakou hodnotu se zvětší potenciální energie kabiny? Výška jednoho patra je 5 m. **[40 kJ]**

3. Kámen o hmotnosti 200 g padá volným pádem po dobu 3 s. Určete jeho kinetickou energii při dopadu. **[90 J]**

## OPAKOVÁNÍ

1. Zapiš označení veličiny **práce** a její jednotku.
2. Jaký je **vztah** pro výpočet **práce**?
3. Co je to **mechanická energie**?
4. **Kinetickou** energii mají tělesa, která se\_\_\_\_\_.
5. Jak vypočítáme **kinetickou energii**?
6. **Potenciální** energii mají tělesa \_\_\_\_\_ nad povrch.
7. Jak vypočítáme **potenciální energii**?
8. Co říká **zákon zachování mechanické energie**?



 OPAKOVÁNÍ – ENERGIE

Vyplň správně tabulku:

$t$ [s]	$v$ [ $\frac{m}{s}$ ]	$h$ [m]	$E_k$ [J]	$E_p$ [J]	$E$ [J]
0	0	45			
1	10	40			
2	20	25			
3	30	0			

 NOVÉ UČIVO – VÝKON, PŘÍKON, ÚČINNOST

## VÝKON

- vyjadřuje, jak rychle se daná práce vykoná
- **označení:**  $P$
- **jednotka:** W (watt)
- podíl práce za čas
- vztah:  $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$

## PŘÍKON

- **označení:**  $P_0$
- **jednotka:** W
- velikost dodané energie za čas
- vztah:  $P_0 = \frac{E}{t}$

## ÚČINNOST

- udává, jakou část dodané energie je stroj schopen využít ke konání práce
- **označení:**  $\eta$
- vztah:  $\eta = \frac{P}{P_0} \cdot 100 \%$

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Elektromotor s příkonem 5 kW pracuje u účinnosti 80 %. Jakou práci vykoná za 8 hodin?

**Řešení:**

$$P_0 = 5 \text{ kW} = 5\,000 \text{ W}$$

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

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

$$t = 8 \text{ h} = 28\,800 \text{ s}$$

---

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{W}{P_0 \cdot t}$$

$$W = \eta \cdot P_0 \cdot t$$

$$W = 0,8 \cdot 5\,000 \text{ W} \cdot 28\,800 \text{ s} = \mathbf{115\,200\,000 \text{ J} = 115,2 \text{ MJ}}$$

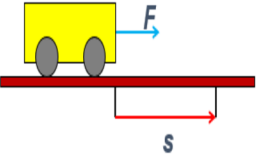
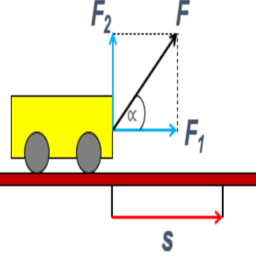
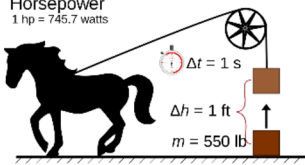
**Elektromotor vykoná za 8 hodin práci o velikosti 115,2 MJ.**

2. Motor jeřábu vykonal práci o velikosti 720 kJ za 1 minutu. Vypočítejte výkon motoru. **[12 kW]**

3. Elektrická lokomotiva s příkonem 2 000 kW pracuje se stálým výkonem 1 800 kW. Určete její účinnost. **[90 %]**

## OPAKOVÁNÍ

Zahraj si pexeso ☺.

	$W = F \cdot s$	kinetická energie	$E_k$	výkon	$P = \frac{W}{t}$
	$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$	potenciální energie	$E_p$	příkon	$P_0 = \frac{E}{t}$
práce	$W$	joule	J	účinnost	$\eta$
mechanická energie	schopnost tělesa konat práci	ZZME	zákon zachování mechanické energie	horsepower	

Skupina A – Mechanická práce a energie, výkon, příkon, účinnost

1. Veličinu **mechanická práce** označujeme písmenem:
  - a. J
  - b. W
  - c. P
  - d. E
2. Jednotkou **mechanické energie** je:
  - a. W, watt
  - b. J, joule
  - c. N, newton
  - d. %
3. Jak vypočítáme **kinetickou energii**?
  - a.  $F \cdot s$
  - b.  $m \cdot g$
  - c.  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot g$
  - d.  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
4. **Potenciální energii** mají tělesa ...
  - a. která se pohybují.
  - b. zvednutá nad povrch.
  - c. přemístěná působením síly po dráze ve směru síly.
  - d. na která nepůsobí síla.
5. Jaký je **vztah mezi kinetickou a potenciální energií**?
  - a. Když je potenciální energie minimální, pak je minimální i energie kinetická.
  - b. Kinetická energie se mění na potenciální energii a naopak.
  - c. Kinetická energie se mění na potenciální energii, ale potenciální se nepřeměňuje.

Skupina B – Mechanická práce a energie, výkon, příkon, účinnost

1. Veličinu **mechanická energie** označujeme písmenem:
  - a. J
  - b. W
  - c. P
  - d. E
2. Jednotkou **mechanické práce** je:
  - a. W, watt
  - b. J, joule
  - c. N, newton
  - d. %
3. Jak vypočítáme **mechanickou práci**?
  - a.  $m \cdot g$
  - b.  $F \cdot s$
  - c.  $m \cdot g \cdot v$
  - d.  $F \cdot v$
4. **Kinetickou energii** mají tělesa ...
  - a. která se pohybují.
  - b. zvednutá nad povrch.
  - c. přemístěná působením síly po dráze ve směru síly.
  - d. na která nepůsobí síla.
5. Co říká **zákon zachování mechanické energie**?
  - a. Celková energie soustavy se nemění.
  - b. Kinetická energie se přeměňuje na potenciální energii, ale potenciální se nepřeměňuje.
  - c. Celková energie soustavy se mění s časem.

6. **Výkon** je:
- vektorová fyzikální veličina
  - podíl energie za čas
  - podíl práce za čas
  - podíl síly za čas
7. **Jednotka výkonu** je:
- W, watt
  - J, joule
  - N, newton
  - %
8. **Účinnost** označujeme:
- $\alpha$
  - $\eta$
  - %
  - W
9. Jaká je kinetická energie člověka o hmotnosti 80 kg, který běží rychlostí 2 m/s?
- 800 J
  - 160 J
  - 8 J
  - 40 J
10. Elektrická lokomotiva s příkonem 2 000 kW pracuje se stálým výkonem 1 800 kW. Určete její účinnost.
- 1,1 = 110 %
  - 0,9 = 90 %
  - 3 600 000 %
  - 0,8 = 80 %

6. **Příkon** je:
- vektorová fyzikální veličina
  - podíl energie za čas
  - podíl práce za čas
  - podíl síly za čas
7. **Jednotka příkonu** je:
- W, watt
  - J, joule
  - N, newton
  - %
8. V čem vyjadřujeme **účinnost**?
- W, watt
  - J, joule
  - N, newton
  - %
9. Jaká je kinetická energie střely o hmotnosti 20 g vystřelené rychlostí 400 m/s?
- 8 000 J
  - 1 600 J
  - 8 J
  - 20 J
10. Motor jeřábu vykonal práci o velikosti 720 000 J za 60 sekund. Vypočítejte výkon motoru.
- 43 200 000 W
  - 12 000 W
  - 720 W
  - 12 W

## OPAKOVÁNÍ – VÝKON, PŘÍKON, ÚČINNOST

[Zde klikni](#) a zopakuj si látku z minulého studijního textu.

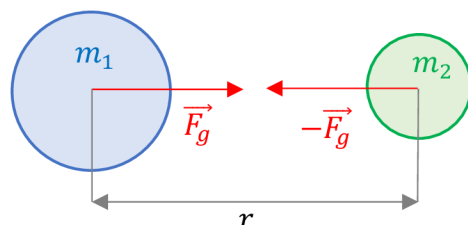
## NOVÉ UČIVO – GRAVITAČNÍ POLE

### GRAVITAČNÍ POLE

- Pole, ve kterém působí gravitační síly.
- Každá dvě tělesa jsou k sobě přitahována **gravitační silou**. Pro existenci této síly nemusí dojít k přímému dotyku těles.

### NEWTONŮV GRAVITAČNÍ ZÁKON

- Platí **3. Newtonův pohybový zákon**: „Každá dvě tělesa se navzájem přitahují stejně velkými gravitačními silami opačného směru.“
- Velikost gravitační síly je přímo úměrná součinu hmotností a je nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti.



- vztah pro výpočet:  $F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ , kde  $G$  je **gravitační konstanta** ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ )
- Gravitační síla uděluje každému tělesu gravitační zrychlení, které je dle 2. Newtonova zákona:  $a_g = \frac{F_g}{m}$ .

### INTENZITA GRAVITAČNÍHO POLE

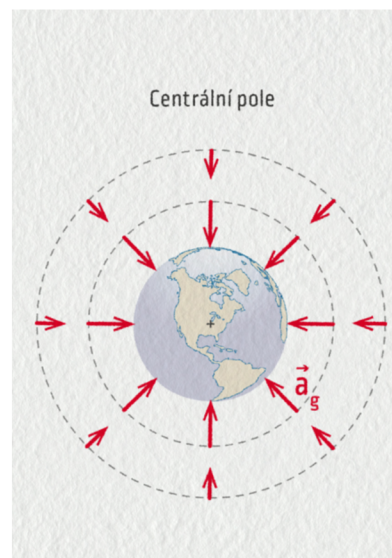
- Gravitační pole popisuje v každém bodě prostoru vektorová veličina zvaná intenzita gravitačního pole.
- Je totožná se zrychlením  $\vec{a}_g = \vec{K}$  a má stejný směr jako gravitační síla.
- **označení:**  $\vec{K}$
- **jednotka:**  $\text{N} \cdot \text{kg}^{-2}$
- vztah:  $K = \frac{F_g}{m} \rightarrow K = G \cdot \frac{m}{r^2}$

### CENTRÁLNÍ GRAVITAČNÍ POLE

- Nachází se v prostoru kolem hmotného objektu.
- Vektor intenzity  $\vec{K}$  směřuje do středu tělesa.
- Velikost intenzity se zmenšuje s rostoucí vzdáleností od bodu.

### POHYBY TĚLES V CENTRÁLNÍM POLI ZEMĚ

- Gravitační síla směřuje do středu Země a její velikost závisí na vzdálenosti tělesa od středu Země.
- Příklady pohybu: pohyb raket, umělých družic a kosmických lodí.



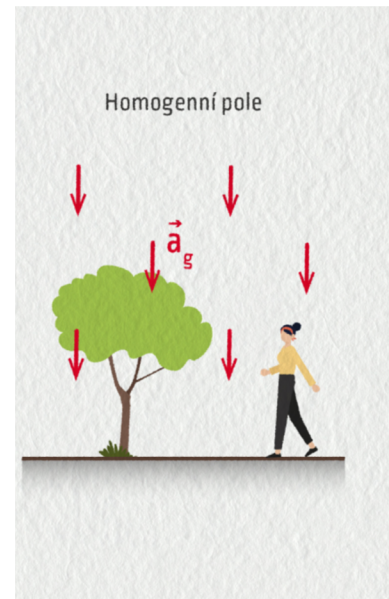
- Uvažujeme-li pohyb družice pro trajektorii tvaru kružnice, dostaneme porovnáním vztahů pro dostředivou a gravitační sílu vztah pro **kruhovou rychlost**:

$$v_k = \sqrt{G \cdot \frac{M_Z}{R_Z + h}}$$
 (kde  $M_Z$  je hmotnost Země,  $R_Z$  je poloměr Země a  $h$  je vzdálenost tělesa nad povrchem Země), neboli první kosmickou rychlost, což je rychlost, kterou se musí těleso pohybovat v gravitačním poli, aby nespadlo na povrch.

- [Klikni sem](#) a vyzkoušej si pohrát s vektorem intenzity v centrálním poli Země a můžeš ověřit výpočty.

### HOMOGENNÍ GRAVITAČNÍ POLE

- Bereme v úvahu idealizované gravitační pole na povrchu Země.
- Intenzita má ve všech místech stejnou velikost a směr.
- [Klikni sem](#) a pohraj si s vektorem intenzity.



### POHYBY TĚLES V HOMOGENNÍM POLI ZEMĚ

- Jedná se o již probrané pohyby, a to pohyb rovnoměrně přímočarý, pohyb rovnoměrně zrychlený/zpomalený, volný pád a pohyb nerovnoměrný. Dále k pohybům v homogenním poli Země patří vrhy, což jsou složené pohyby z volného pádu a pohybu rovnoměrně přímočarého.

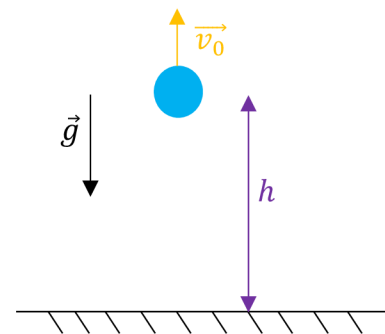
- **SVISLÝ VRH VZHŮRU** - pohyb složený z rovnoměrně zpomaleného pohybu svisle vzhůru s počáteční rychlostí  $\vec{v}_0$  a z volného pádu směrem svisle dolů.

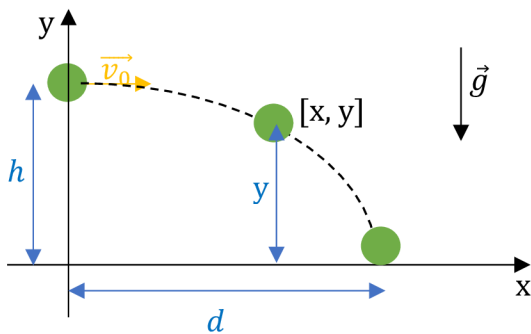
- Vztah pro výpočet velikosti výšky:

$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

- Vztah pro výpočet velikosti rychlosti:

$$v = v_0 - g \cdot t$$





- **VODOROVNÝ VRH** – pohyb složený z rovnoměrného pohybu ve směru osy x s počáteční rychlostí  $\vec{v}_0$  a z volného pádu z výšky  $h$ .

- Vztah pro výpočet délky vrhu:

$$d = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

- Vztah pro výpočet okamžité výšky:

$$y = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

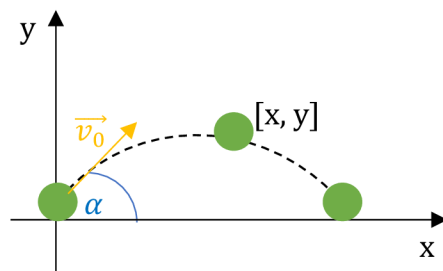
- **ŠIKMÝ VRH** – pohyb složený z rovnoměrného pohybu šikmo vzhůru pod úhlem  $\alpha$  s počáteční rychlostí  $\vec{v}_0$  a z volného pádu.

- Vztah pro výpočet okamžité vzdálenosti:

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha$$

- Vztah pro výpočet okamžité výšky:

$$y = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$



## ➡ PROCVIČOVÁNÍ

1. Jak velkou silou se navzájem přitahují Země a Měsíc? Hmotnost Země je  $6 \cdot 10^{24}$  kg, hmotnost Měsíce je  $7,4 \cdot 10^{22}$  kg, vzdálenost středů obou těles je 380 000 km.

**Řešení:**

$$m_1 = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_2 = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

$$r = 380\,000 \text{ km} = 38 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$F_g = ? [\text{N}]$$

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \frac{(6 \cdot 10^{24}) \text{ kg} \cdot (7,4 \cdot 10^{22}) \text{ kg}}{(38 \cdot 10^7 \text{ m})^2} \doteq 2 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

**Země a Měsíc se přitahují silou o velikosti přibližně  $2 \cdot 10^{20}$  N.**



2. Určete hodnotu gravitačního zrychlení na Sněžce.

**Řešení:**

$$R_Z = 6\,378\text{ km} = 6\,378\,000\text{ m}$$

$$h = 1\,602\text{ m}$$

$$M_Z = 6 \cdot 10^{24}\text{ kg}$$

$$a_g = ? [\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$$

---

$$a_g = \frac{F_g}{m} = \frac{G \cdot \frac{M_Z \cdot m}{r^2}}{m} = \frac{G \cdot M_Z}{r^2}$$

$$a_g = \frac{G \cdot M_Z}{(R_Z + h)^2}$$

$$a_g = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(6\,378\,000\text{ m} + 1\,602\text{ m})^2} \doteq \mathbf{9,8\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$

**Gravitační zrychlení na Sněžce má velikost přibližně  $9,8\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .**

3. Do jaké výšky vystoupí míč vržený svisle vzhůru počáteční rychlostí  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

**Řešení:**

$$h = ? [\text{m}]$$

$$v_0 = 20\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

---

$$v = v_0 - g \cdot t \quad \rightarrow \quad t = \frac{v_0 - v}{g}$$

$$t = \frac{20\text{ m} \cdot \text{s}^{-1} - 0\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{10\text{ m} \cdot \text{s}^{-2}} = 2\text{ s}$$

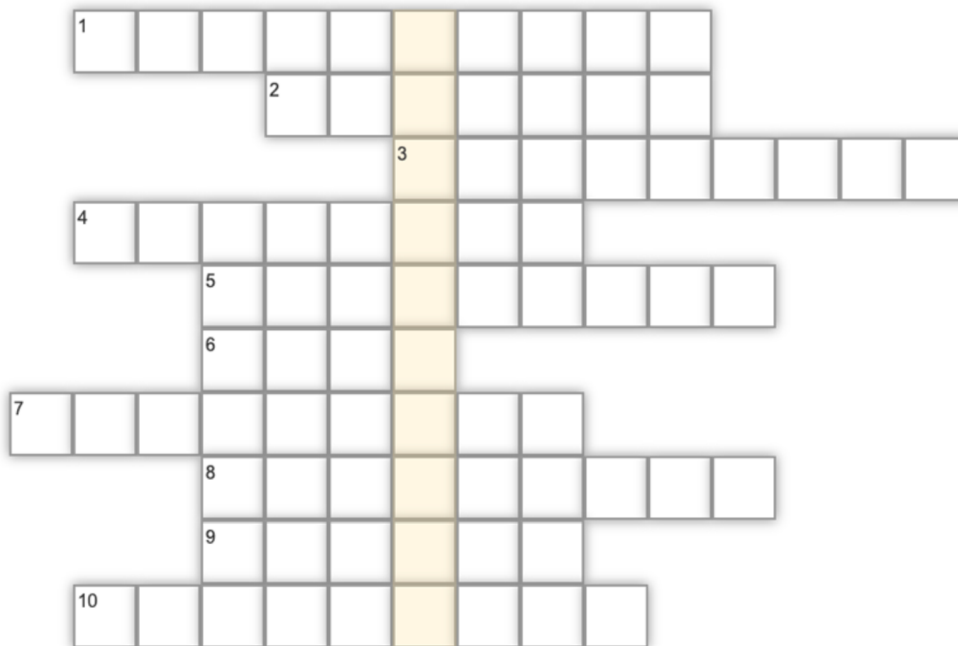
$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = 20\text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 2\text{ s} - \frac{1}{2} \cdot 10\text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot (2\text{ s})^2 = \mathbf{20\text{ m}}$$

**Míč vystoupí do výšky 20 metrů.**

## OPAKOVÁNÍ

Další studijní text se bude zabývat mechanikou (2.pád řešení tajenky) \_\_\_\_\_.



1. Každá dvě tělesa jsou k sobě přitahována, jakou silou?
2. Jak se jinak nazývá první kosmická rychlost?
3. Jak se nazývá gravitační pole Země, kde intenzita má všude stejnou velikost?
4. Každá dvě tělesa se navzájem přitahují stejně velkými silami, jakého směru?
5. Vztah pro gravitační zrychlení lze odvodit z jakého zákona?
6. 6 378 km je hodnota poloměru čeho?
7. Jak se nazývá gravitační pole Země, kde intenzita má směr do středu Země?
8. Jak se nazývá vektorová veličina, která popisuje gravitační pole?
9. Jak se nazývá vrh, který je složen z rovnoměrného pohybu vzhůru a z volného pádu?
10. Jak se nazývá vrh, který je složen z rovnoměrného pohybu s počáteční rychlostí a z volného pádu z výšky?

### Skupina A – Gravitační pole

1. Jaký směr a jakou velikost má vektor intenzity v centrálním gravitačním poli Země?
2. Z jakých dvou pohybů jsou složeny vrhy?
3. Napiš právě jeden příklad některého vrhu.
4. Určete, jak velkou silou se přitahují dvě kosmické lodě před spojením za předpokladu, že kosmické lodě bereme jako tělesa tvaru koule. Hmotnosti lodí jsou 10 t a 15 t, jejich vzájemná vzdálenost je 20 m.

### Skupina B – Gravitační pole

1. Jaký směr a jakou velikost má vektor intenzity v homogenním gravitačním poli Země?
2. Z jakých dvou pohybů jsou složeny vrhy?
3. Napiš právě jeden příklad některého vrhu.
4. Určete, jak velkou silou se přitahují dvě kosmické lodě před spojením za předpokladu, že kosmické lodě bereme jako tělesa tvaru koule. Hmotnosti lodí jsou 8 t a 16 t, jejich vzájemná vzdálenost je 40 m.

## OPAKOVÁNÍ – GRAVITAČNÍ POLE

[Klikni sem](#) a zopakuj si látku na téma gravitační pole pomocí kartiček, kde k sobě přiřadíš správné dvojice:

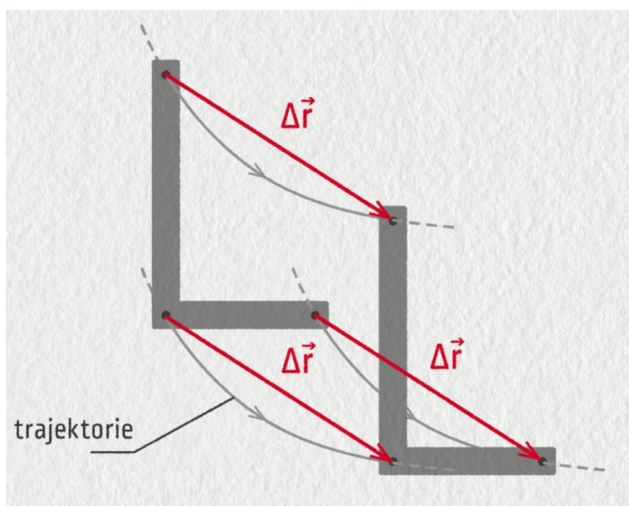
## NOVÉ UČIVO – MECHANIKA TUHÉHO TĚLESA

### TUHÉ TĚLESO

- Tuhé těleso je **ideální těleso**, jehož **tvár i objem** se působením sil **nemění**.
- Síla působící na těleso má vždy jen **pohybové účinky**.
- Deformace tělesa jsou zanedbatelně malé.
- Pohyby tuhého tělesa:

#### 1. posuvný pohyb = translace

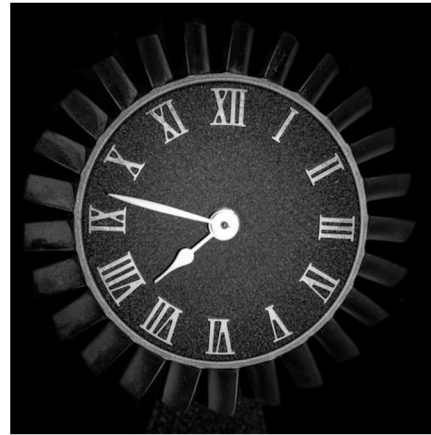
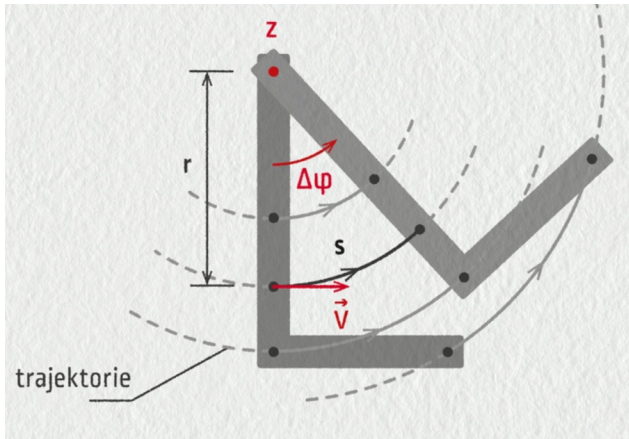
- Všechny body tuhého tělesa opisují stejné trajektorie a mají stejnou rychlost.
- Příklady: vlak na přímé trati, letící letadlo, těleso padající volným pádem, ...



#### 2. otáčivý pohyb = rotace

- Působící síla vyvolá roztočení tělesa kolem pevného bodu (osy).
- Body tuhého tělesa opisují kružnice, jejichž středy leží na ose otáčení. Všechny body se posunou o stejný úhel a mají různou rychlost.

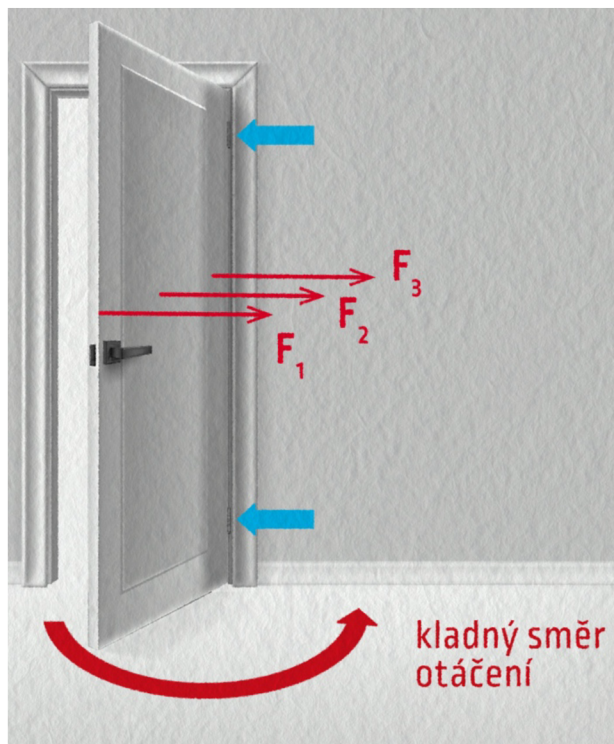
- Příklady: pohyb ručičky hodinek, padající strom, otáčení Země kolem své osy, ...



○

### MOMENT SÍLY

- Abychom uvedli tuhé těleso do otáčivého pohybu, musíme na něj působit silou.
- Otáčivý účinek síly závisí na velikosti síly, na jejím směru a na vzdálenosti působíště síly od osy otáčení.
- Otáčivý účinek síly vyjadřuje fyzikální veličina **moment síly** vzhledem k ose otáčení.
- **označení:**  $\vec{M}$
- **jednotka:**  $N \cdot m$  (newtonmetr)
- **Vztah** pro výpočet velikosti:  $M = F \cdot r$ , kde  $r$  je rameno síly (= je kolmá vzdálenost síly od osy otáčení), jehož jednotka je metr.
- **Využití:** dveře – klika je daleko od osy otáčení (pantů), aby stačila malá síla k otevření dveří.

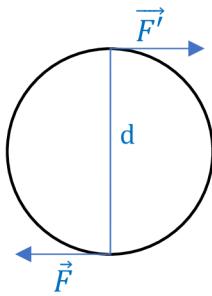


- Tři stejné působící síly na dveře v různých místech nemají stejný otáčivý účinek.

- Otáčivý účinek několika sil, které působí na tuhé těleso, se ruší, je-li součet jejich momentů vzhledem ke stejné ose nulový. Nastala rovnováha momentů sil a platí **momentová věta:**

$$M = M_1 + M_2 + \dots = 0.$$

## DVOJICE SIL



- Dvojici sil tvoří dvě stejně velké rovnoběžné síly opačného směru, které působí ve dvou různých bodech tuhého tělesa otáčivého kolem své osy.
- **Využití:** volant u auta.

## MOMENT DVOJICE SIL

- **označení:**  $\vec{D}$
- **jednotka:**  $\text{N} \cdot \text{m}$  (newtonmetr)
- **Vztah:**  $D = F \cdot d$ , kde  $d$  je rameno dvojice sil (= vzdálenost sil), jehož jednotka je metr.

## TĚŽIŠTĚ TUHÉHO TĚLESA

- Těžiště je působíště výslednice všech tíhových sil působících na každý bod daného tělesa.
- Poloha těžiště je stálá a závisí na rozložení látky v tělese.
- Těžiště stejnorodých a pravidelných těles leží v geometrickém středu. Těžiště může ležet i mimo těleso, např. u dutých těles nebo těles prstencového tvaru.
- Těžiště nestejnorodých a nepravidelných těles zjišťujeme experimentálně nebo složitým výpočtem.

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Je dáno:  $F = 30 \text{ N}$ , rameno kolmé k síle  $r = 10 \text{ mm}$ . Určete velikost momentu síly.

**Řešení:**

$$F = 30 \text{ N}$$

$$r = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

$$M = ? [\text{N} \cdot \text{m}]$$

---

$$M = F \cdot r$$

$$M = 30 \text{ N} \cdot 0,01 \text{ m} = \mathbf{0,3 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

**Velikost momentu síly je  $0,3 \text{ N} \cdot \text{m}$ .**

2. Na volant o poloměru 20 cm působí dvojice sil, každá o velikosti 6 N. Určete moment dvojice sil.

**Řešení:**

$$r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} \rightarrow d = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ m}$$

$$F = 6 \text{ N}$$

$$D = ? [\text{N} \cdot \text{m}]$$

---

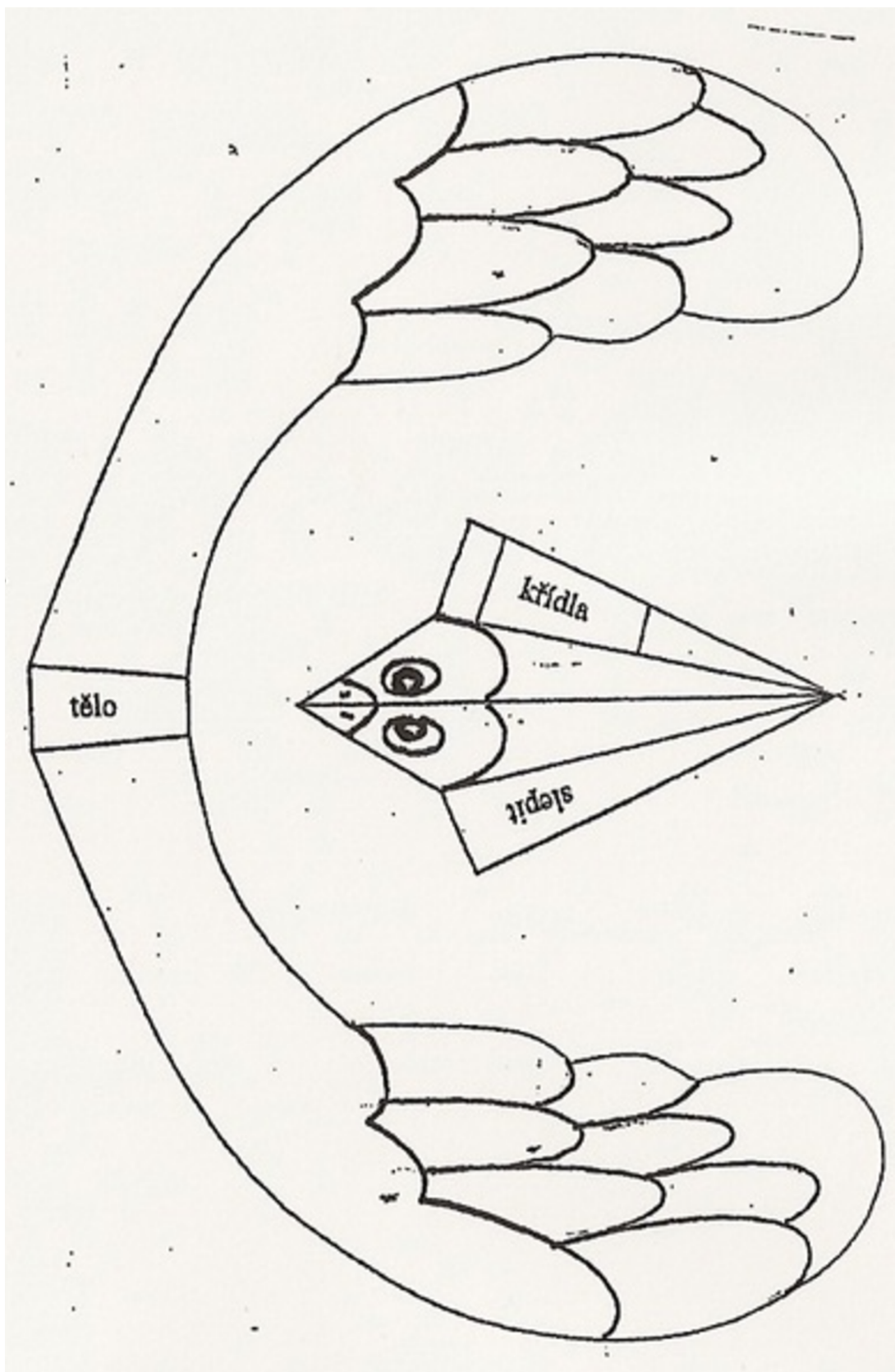
$$D = F \cdot d$$

$$D = 6 \text{ N} \cdot 0,4 \text{ m} = \mathbf{2,4 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

**Moment dvojice sil je  $2,4 \text{ N} \cdot \text{m}$ .**

## OPAKOVÁNÍ

Vystříhni, vybarvi a slep si ptáka těžišťáka. Poté zkus najít polohu těžiště.



Skupina A – Mechanika tuhého tělesa

1. Co je to tuhé těleso?
2. Co je to translace? Vysvětli a uveď jeden příklad, kde by ses s ní setkal.
3. Na volant o poloměru 25 cm působí dvojice sil, každá o velikosti 6 N. Urči moment dvojice sil.

skupina B – Mechanika tuhého tělesa

1. Co je to tuhé těleso?
2. Co je to rotace? Vysvětli a uveď jeden příklad, kde by ses s ní setkal.
3. Na volant o poloměru 20 cm působí dvojice sil, každá o velikosti 5 N. Urči moment dvojice sil.



## OPAKOVÁNÍ – MECHANIKA TUHÉHO TĚLESA

Doplň do textu správná slova.

Tuhé těleso je \_\_\_\_\_ těleso, jehož tvar i objem se působením sil \_\_\_\_\_ . Máme dva pohyby tuhého tělesa, a to pohyb \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_. Otáčivý účinek síly vyjadřuje fyzikální veličina \_\_\_\_\_ síly vzhledem k ose otáčení. Dvojici sil tvoří dvě stejně velké \_\_\_\_\_ síly \_\_\_\_\_ směru, které působí ve dvou bodech tuhého tělesa otáčivého kolem své osy. Těžiště je působiště \_\_\_\_\_ všech tíhových sil působících na těleso. Těžiště stejnorodých a pravidelných těles leží v \_\_\_\_\_ středu. Těžiště nestejnorodých a nepravidelných těles zjišťujeme \_\_\_\_\_ nebo složitým \_\_\_\_\_ .

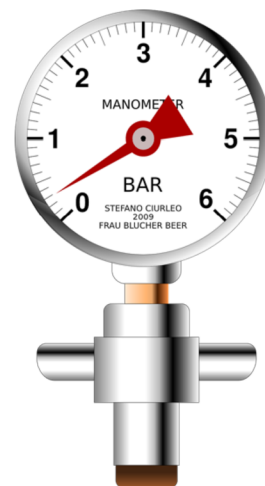
## NOVÉ UČIVO – MECHANIKA TEKUTIN

### VLASTNOSTI KAPALIN A PLYNŮ

- **Tekutina** je souhrnný název pro kapaliny a plyny.
- Společnou vlastností kapalin a plynů je **tekutost**, která je ale různá v kapalinách a plynech. Příčinou různé tekutosti je vnitřní tření neboli viskozita tekutin.
- **Kapaliny** si zachovávají stálý objem, který je dán velmi malou stlačitelností kapalin.
- **Plyny** nemají stálý tvar ani objem a jsou velmi snadno stlačitelné.
- Pro zjednodušení vlastností se zavádí ideální představa tekutin.
  1. **Ideální kapalina** – dokonale tekutá, bez vnitřního tření a zcela nestlačitelná.
  2. **Ideální plyn** – dokonale tekutý, bez vnitřního tření a dokonale stlačitelný.

### TLAK V TEKUTINĚ

- Tlak je skalární fyzikální veličina, která charakterizuje stav tekutiny v klidu.
- Projevuje se jako tlaková síla, kterou působí tekutina na všechny stěny nádoby a na tělesa v nich.
- **označení:**  $p$
- **jednotka:** Pa (pascal)
- Tlak určuje podíl velikosti tlakové síly a obsahu plochy, na kterou síla působí v kolmém směru, z toho dostáváme vztah:  $p = \frac{F}{S}$ .
- K měření tlaku se používá přístroj zvaný **manometr**.

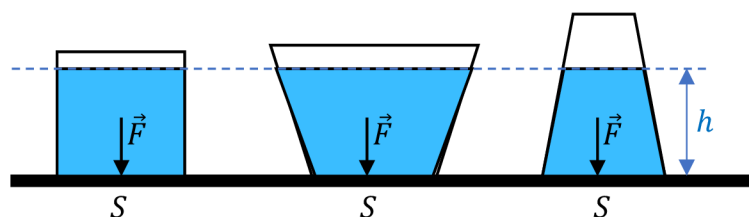


## PASCALŮV ZÁKON

- Pokud na kapalinu v uzavřené nádobě působí vnější síla, vyvolá v ní tlak, který je ve všech místech nádoby stejný.
- [Klikni sem](#) a vyzkoušej si Pascalův zákon. Můžeš vidět nádobu s otvory a jakmile v ní stlačíš kapalinu, rozstříkne se všemi otvory stejně.
- Využití Pascalova zákona:
  1. Hydraulická zařízení – přenos síly kapalinou, např. hydraulický zvedák na auto.
  2. Pneumatická zařízení – tlak se přenáší stlačeným vzduchem, např. pneumatická kladiva a vrtačky.

## HYDROSTATICKÁ TLAKOVÁ SÍLA

- Vzniká působením tíhy kapaliny na stěny a dno nádoby a na všechna tělesa do ní ponořená.
- **označení:**  $\vec{F}_h$
- **jednotka:** N (newton)
- Velikost síly závisí na hustotě kapaliny, na obsahu plochy dna a na hloubce pod povrchem kapaliny:  $F_h = \rho \cdot S \cdot h \cdot g$ .
- Velikost síly **nezávisí** na tvaru ani objemu kapaliny v nádobě. Tudíž na stejně velké dno nádoby různého tvaru působí stejně velké tlakové síly, i když je v nádobách různý objem kapaliny. Tento jev se nazývá **hydrostatický paradox**.



- Hydrostatický tlak je způsobený hydrostatickou tlakovou silou a závisí na hustotě kapaliny a na hloubce pod povrchem kapaliny:  $p_h = \rho \cdot h \cdot g$ .

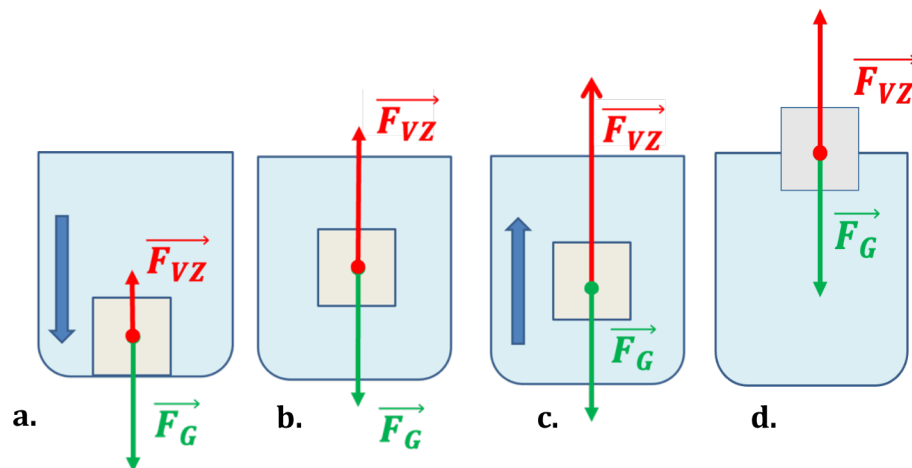
## ATMOSFÉRICKÁ TLAKOVÁ SÍLA

- Vzniká působením tíhové síly na atmosféru.
- Atmosférický tlak je způsobený atmosférickou tlakovou silou.
- Za normálních podmínek je atmosférický tlak **101 000 Pa**.

## VZTLAKOVÁ SÍLA

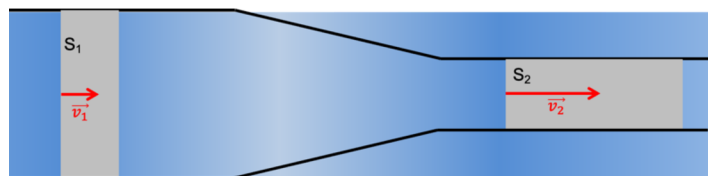
- Síla, která nadlehčuje každé těleso ponořené do kapaliny a má směr svislý vzhůru.
- **označení:**  $\vec{F}_{VZ}$
- **jednotka:** N (newton)
- **Archimédův zákon:** Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou, jejíž velikost se rovná tíze kapaliny stejného objemu, jaký má ponořená část tělesa.
- **vztah:**  $F_{VZ} = \rho \cdot g \cdot V$

- Důsledkem Archimédova zákona je různé chování těles v kapalině. Na každé těleso ponořené do kapaliny působí tíhová a vztlaková síla. Podle hustoty tělesa mohou nastat 3 případy:
  1.  $\rho_T > \rho$  ( $\rho_T$  ... hustota tělesa,  $\rho$  ... hustota kapaliny)  $\rightarrow F_G > F_{VZ} \rightarrow$  těleso klesá ke dnu (obr. a.), např. kámen ve vodě
  2.  $\rho_T = \rho \rightarrow F_G = F_{VZ} \rightarrow$  těleso se v kapalině vznáší (obr. b.), např. ryba ve vodě
  3.  $\rho_T < \rho \rightarrow F_G < F_{VZ} \rightarrow$  těleso stoupá vzhůru k hladině (obr. c.) a po dosažení hladiny se těleso částečně vynoří (obr. d), např. korek ve vodě.



### PROUDĚNÍ KAPALIN

- **Nestacionární (=neustálené) proudění** charakterizuje nestálá rychlost, která se s časem mění.
- **Stacionární (=ustálené) proudění** charakterizuje stálá rychlost a tlak v proudící kapalině.
- Pro stacionární proudění platí **rovnice kontinuity**: Součin obsahu průřezu a rychlosti proudění je ve všech místech trubice stejný:  $S \cdot v = konst.$  Protože ideální kapalina je nestlačitelná a nemůže se v nějakém místě hromadit, zavedeme **objemový průtok**  $Q = S \cdot v$ , který vyjadřuje objem kapaliny, která proteče průřezem trubice za jednotku času.
- **Využití** objemového průtoku: údaj na přehradách; hadice – při strčení prstu v zúženém místě hadice, stříká voda dál a rychleji.



- Pro stacionární proudění platí zákon zachování mechanické energie ve vodorovném potrubí zvaný **Bernoulliova rovnice**: Součet kinetické a tlakové potenciální energie kapaliny o jednotkovém objemu je ve všech místech trubice stejný:  $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + p = konst.$  V zúžené části trubice se zvětšuje rychlost a zmenšuje tlak. Při velkých rychlostech klesne tlak pod hodnotu atmosférického tlaku a vzniká podtlak.

## PROCVIČOVÁNÍ

1. Na píst pumpičky o obsahu průřezu  $12 \text{ cm}^2$  působí tlaková síla  $300 \text{ N}$ . Jaký tlak vznikne uvnitř pumpičky, je-li její vývod uzavřen?

**Řešení:**

$$S = 12 \text{ cm}^2 = 0,0012 \text{ m}^2$$

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

$$p = ? [\text{Pa}]$$

---

$$p = \frac{F}{S}$$

$$p = \frac{300 \text{ N}}{0,0012 \text{ m}^2} = \mathbf{250\,000 \text{ Pa} = 250 \text{ kPa}}$$

**Uvnitř pumpičky vznikne tlak o velikosti 250 kPa.**

2. Jak velká hydrostatická tlaková síla působí na dno vodní nádrže v hloubce  $6 \text{ m}$ , je-li obsah dna  $5 \text{ m}^2$ ? Jaký je v této hloubce hydrostatický tlak?

**Řešení:**

$$F_h = ? [\text{N}]$$

$$h = 6 \text{ m}$$

$$S = 5 \text{ m}^2$$

$$p_h = ? [\text{Pa}]$$

$$\rho = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (hustota vody)}$$

---

$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p_h = 6 \text{ m} \cdot 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{60\,000 \text{ Pa} = 60 \text{ kPa}}$$

$$F_h = S \cdot p_h$$

$$F_h = 5 \text{ m}^2 \cdot 60\,000 \text{ Pa} = \mathbf{300\,000 \text{ N} = 300 \text{ kN}}$$

**Na dno vodní nádrže působí hydrostatická tlaková síla o velikosti 300 kN a hydrostatický tlak o velikosti 60 kPa.**

3. Jak velkou silou zvedneme ve vodě kámen o objemu  $6 \text{ dm}^3$ , je-li jeho tíha na vzduchu  $150 \text{ N}$ ?

**Řešení:**

$$F = ? [\text{N}]$$

$$V = 6 \text{ dm}^3 = 0,006 \text{ m}^3$$

$$F_G = 150 \text{ N}$$

---

$$F = F_G - F_{VZ} = F_G - V \cdot \rho \cdot g$$

$$F = 150 \text{ N} - 0,006 \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{90 \text{ N}}$$

**Kámen zvedáme ve vodě silou o velikosti 90 N.**

## OPAKOVÁNÍ

1. Vyber z dvojice nabízených odpovědí tu správnou.
  - a. Pokud je v nějakém místě větší tlak vzduchu než v jeho okolí, řekneme, že je v tomto místě **přetlak/podtlak**.
  - b. Pokud je v nějakém místě menší tlak vzduchu než v jeho okolí, řekneme, že je v tomto místě **přetlak/podtlak**.

2. Zkus vymyslet pár situací, kde se s přetlakem a podtlakem můžeme setkat.

3. Rozhodni podle hustot kapalin a těles a označ příslušnými písmeny, ve které kapalině by těleso
  - a. plavalo na hladině, tedy **stoupalo** vzhůru(S),
  - b. neplavalo, tedy **klesalo** ke dnu (K),
  - c. se **vznášelo** v kapalině (V).

	benzín $\left(700 \frac{kg}{m^3}\right)$	voda $\left(1\ 000 \frac{kg}{m^3}\right)$	rtuť $\left(13\ 580 \frac{kg}{m^3}\right)$
papír $\left(700 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
led $\left(917 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sůl $\left(2\ 160 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
železo $\left(7\ 870 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zlato $\left(19\ 320 \frac{kg}{m^3}\right)$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Skupina A – Mechanika tekutin

1. Co rozumíme pod pojmem **tekutiny**?
2. Napiš právě **2 vlastnosti ideální kapaliny**.  

---

---
3. Jaké fyzikální veličiny potřebuješ znát, abys mohl určit velikost **hydrostatického tlaku** působící ho na těleso v kapalině?  

---

---

---
4. Jestliže je tíhová síla **menší** než vztlaková, pak těleso v kapalině
  - a. se potápí,
  - b. stoupá,
  - c. vznáší se.

### Skupina B – Mechanika tekutin

1. Co rozumíme pod pojmem **tekutiny**?
2. Napiš právě **2 vlastnosti ideálního plynu**.  

---

---
3. Jaké fyzikální veličiny potřebuješ znát, abys mohl určit velikost **vztlakové síly** působící ho na těleso v kapalině?  

---

---

---
4. Jestliže je tíhová síla **větší** než vztlaková, pak těleso v kapalině
  - a. se potápí,
  - b. stoupá,
  - c. vznáší se.

5. Podle **Pascalova zákona**, působí-li vnější síla  $F$  na povrch rovné plochy s obsahem  $S$  uzavřeného objemu kapaliny, vznikne v kapalině tlak, který
- má velikost vyjádřenou vztahem  $p = F \cdot S$ ,
  - je ve všech místech kapaliny stejný,
  - závisí na poloze místa v kapalině.
6. Která 3 slova chybí ve znění **Archimédova zákona**? Vyber správnou odpověď tedy i slova ve správném pořadí. **„Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno ..... silou, jejíž velikost se rovná ..... kapaliny stejného objemu, jako je ..... ponořené části tělesa.“**
- vztlakovou, gravitaci, hmotnost
  - tíhovou, tíže, hmotnost
  - vztlakovou, tíže, objem
  - gravitační, tíže, objem
7. Jaký bude hydrostatický tlak na dně bazénu hlubokého 1,5 m?

5. Podle **Pascalova zákona**, působí-li vnější síla  $F$  na povrch rovné plochy s obsahem  $S$  uzavřeného objemu kapaliny, vznikne v kapalině tlak, který
- má velikost vyjádřenou vztahem  $p = F \cdot S$ ,
  - závisí na poloze místa v kapalině,
  - je ve všech místech kapaliny stejný.
6. Která 3 slova chybí ve znění **Archimédova zákona**? Vyber správnou odpověď tedy i slova ve správném pořadí. **„Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno ..... silou, jejíž velikost se rovná ..... kapaliny stejného objemu, jako je ..... ponořené části tělesa.“**
- vztlakovou, gravitaci, hmotnost
  - tíhovou, tíže, hmotnost
  - gravitační, tíže, objem
  - vztlakovou, tíže, objem
7. Jak velká vztlaková síla působí na ponorku o objemu 1 000 m<sup>3</sup>?