

NEWTON V KOSTCE

Herní kniha 1

Newton a ostatní vědci

Autorské a licenční upozornění

Tento dokument je chráněn autorským právem a je výhradním duševním vlastnictvím společnosti RaFF Discover, s.r.o.

Jakékoliv šíření, sdílení, kopírování, tisk, úpravy či jiné zpřístupnění tohoto dokumentu, a to jak v tištěné, tak elektronické podobě, jsou bez výslovného písemného souhlasu společnosti RaFF Discover zakázány.

Přístup k tomuto dokumentu je výslovně omezen pouze na písemný souhlas od RaFF Discover. Jakékoliv předání obsahu či samotného dokumentu jiným osobám je považováno za porušení autorského práva a může vést k právním důsledkům.

1

DOPIS KRÁLOVSKÉ SPOLEČNOSTI

PŘEČTĚTE SI

DOPIS JOHNA FLAMSTEEDA KRÁLOVSKÉ SPOLEČNOSTI

Anglie, 17. století



Vážení členové Královské společnosti,

píší vám tento dopis jako člen naší vážené instituce a jako vědec, který se nemůže vyhnout pozorování nepřijatelného chování Isaaca Newtona. Ačkoliv jeho vědecké objevy jsou nepochybně významné, jeho egocentrismus a neschopnost uznat přínos druhých jsou neospravedlnitelné.

Newton použil mé astronomické pozorování v *Principia Mathematica*, aniž by zmínil mé práci, čímž ukázal svou neúctu k těm, kteří mu poskytli cenné údaje. Stejnou zkušenost má kolega Leibniz se svým sporem o vývoj kalkulu. Po smrti Roberta Hookea, se kterým měl Newton spor, se Newton zasadil o jeho vymazání z historie a úplně ignoroval jeho přínos.

Věda by měla být o spolupráci, ne o touze po moci a uznání na úkor jiných. Doufám, že Královská společnost nadále bude ctít hodnoty, které skutečně podporují vědecký pokrok a čestnost, a zasadí se o to, aby Newton veřejně uznal spoluautorství na objevu pohybových zákonů jeho vědeckým kolegům.

S úctou,

John Flamsteed

Astronom

Tento dopis, ačkoliv je fiktivní, mluví o reálných sporech Issaca Newtona a jeho kolegů. Tento dopis nikdy nebyl doopravdy napsán. Ale mohl by být.



> Pokračujte na kartu

2

2

ISAAC NEWTON JAKO ČLOVĚK A VĚDEC

PŘEČTĚTE SI:



To, že je někdo geniální vědec, nemusí znamenat, že je zároveň i geniální osobnost. Chyb se dopouštějí všichni lidé, možná se jich dopustil i Newton.

Newton žil v 17. století, v období vědecké revoluce. Byla to doba objevů, které položily základy moderní fyziky, matematiky a astronomie. Vědci jako Galileo Galilei, Johannes Kepler a René Descartes přicházeli s novými teoriemi o vesmíru a přírodních zákonech.

Isaac Newton stál v popředí vědecké revoluce, změnil způsob myšlení o světě kolem nás a položil základy moderní fyziky. Byl geniální vědec, ale zřejmě také problematická osobnost. Informace, které o něm máme, pocházejí převážně z dochovaných dopisů, svědectví jeho současníků a z historických studií - ty však mohou být zkreslené.

Newton bývá popisován jako samotářský, uzavřený a často i konfliktní člověk, který se neváhal zapojit do ostrých vědeckých sporů. Zároveň byl nesmírně disciplinovaný, odhodlaný a také duchovně zaměřený člověk.



> Pokračujte na kartu

3

3

SPORY MEZI ISAACEM A DALŠÍMI VĚDCI

ÚKOL:



Zjistěte víc o Isaacu Newtonovi jako člověku, o jeho době, o sporech, které vedl například s Robertem Hookem či Gottfriedem Wilhelmem Leibnizem. Použijte své tablety nebo mobily a vyhledejte vše, co vás zajímá.



Zamyslete se nad tím, do jaké míry můžeme věřit vyhledaným informacím a jak je můžeme ověřit nebo doložit. Čím si můžeme být jistí a co je možné zpochybnit.

K jakému jste došli závěru?



Promyslete, které stanovisko z níže uvedených zaujmete jako skupina a zakroužkujte ho ve svém badatelském zápisníku.

Stanoviska:

- A** Chování Isaaca Newtona je neomluvitelné. Z našeho šetření vyplývá, že je dokonce možné, že Isaac Newton si přivlastnil autorství za pohybové zákony neprávem. Jeho vědečtí kolegové měli být uvedeni alespoň jako spoluautoři. Není spravedlivé, aby byl veškerý kredit připisován Isaacu Newtonovi.
- B** Chování Isaaca Newtona je obhajitelné. Z našeho šetření vyplývá, že Newton byl výrazný, a možná některými svými kolegy spíše nepochopený, vědec.
- C** Ačkoliv je to těžké, je potřeba spory mezi Isaacem Newtonem a jeho vědeckými kolegy i po třech stoletích pořádně prošetřit. V tuto chvíli nemáme jasno v tom, na čí straně stojíme.



> Až si jako skupina ujasníte své stanovisko, Pokračujte na kartu

4

4

SOUDNÍ SPOR

ÚKOL:

Nyní přišel čas se přesunout před tribunál.

- Pokud jste se na předchozí kartě společně rozhodli pro stanovisko **a**, stáváte se v tuto chvíli **Newtonovou obžalobou**.
- Pokud jste se na předchozí kartě společně rozhodli pro stanovisko **b**, stáváte se v tuto chvíli **Newtonovou obhajobou**.
- Pokud jste se na předchozí kartě společně rozhodli pro stanovisko **c**, stáváte se v tuto chvíli **etickou porotou**.
- Roli předsedy nebo předsedkyně etického tribunálu zastane vyučující.

Pokud jste do této chvíle pracovali ve více než třech skupinách, spojte síly s těmi, kteří se rozhodli stejně jako vy, a utvořte celkem tři větší skupiny. Potom si v každé skupině během 5 minut připravte argumenty pro porotu, pana předsedu či paní předsedkyni.



Argumenty si poznamenejte do badatelského zápisníku.

- **Obžaloba** - připravte si společně prezentaci toho, proč považujete Newtonovo jednání za neomluvitelné.
- **Obhajoba** - připravte si společně prezentaci toho, proč považujete Newtonovo jednání za obhajitelné.
- **Porota** - využijte čas na společnou diskuzi o tom, jak vnímáte toto etické dilema. Je podle vás možné označit jednoho konkrétního autora či autorku jakéhokoliv vědeckého objevu?



> Pokračujte na kartu

5

5

ZASEDÁNÍ ETICKÉHO TRIBUNÁLU

ÚKOL:



- Pan předseda nebo paní předsedkyně právě zahájili etický tribunál. Společně s porotou si nyní **vyslechnou argumenty obžaloby a obhajoby**.
- Porota se poté poradí, zda se přiklání k tomu, co si myslí obžaloba, nebo obhajoba, a vysvětlí své stanovisko všem přítomným.
- Pan předseda nebo paní předsedkyně poté sdělí svůj závěr z jednání etického tribunálu obžalobě, obhajobě i porotě.



> Pokračujte na kartu

6

6

ROZSUDEK

PŘEČTĚTE SI:



Hledání spravedlnosti a pravdy v historii je jako skládání rozbité mozaiky, ze které některé střepy chybí a jiné byly úmyslně přebarveny. Minulost je často zaznamenána vítěznou stranou, překroucena zájmy mocných a zahalena mlhou zapomnění. Pravdu tak nelze jednoduše najít – je třeba ji trpělivě skládat z rozporuplných svědectví, skrytých důkazů a pečlivé analýzy. I tak může být výsledek jen střípkem většího obrazu, který už nikdy nevidíme celý.

V současném právním systému existuje oblast, která se nazývá **Ochrana duševního vlastnictví** – je to zajímavý obor pro ty z vás, které zajímají dějiny a spravedlnost.

ZAMYSLETE SE:



- Stalo se vám někdy, že si třeba váš sourozenec, kamarád nebo kamarádka přisvojili nápad, který nebyl celý jejich?
- Proč měl Isaac Newton spory pouze s vědeckými kolegy a proč mezi nimi není žádná vědecká kolegyně?



> **Objev Isaaca Newtona (a možná trochu i jeho vědeckých kolegů) můžete prozkoumat pomocí navazující herní knihy 2 - Objev pod jabloní.**
Pokračujte na kartu

7

NEWTON V KOSTCE

Herní kniha 2

objev
pod jabloní

Autorské a licenční upozornění

Tento dokument je chráněn autorským právem a je výhradním duševním vlastnictvím společnosti RaFF Discover, s.r.o.

Jakékoliv šíření, sdílení, kopírování, tisk, úpravy či jiné zpřístupnění tohoto dokumentu, a to jak v tištěné, tak elektronické podobě, jsou bez výslovného písemného souhlasu společnosti RaFF Discover zakázány.

Přístup k tomuto dokumentu je výslovně omezen pouze na písemný souhlas od RaFF Discover. Jakékoliv předání obsahu či samotného dokumentu jiným osobám je považováno za porušení autorského práva a může vést k právním důsledkům.

7

BADATELSKÝ TÝM A SPOLUPRÁCE

Vytvořili jste badatelský tým.

ÚKOL:



Promluvte si o tom, jak to zařídit, aby se vám společně dobře pracovalo.

ÚKOL:



Otevřete si kartu 7 v badatelském zápisníku a vyplňte ji.



> Pokračujte na kartu

48



SETRVAČNÍK

PŘEČTĚTE SI:



Vybrali jste si setrvačnick. Už podle názvu této součástky lze usoudit, že má zvláštní pohybové vlastnosti.

ÚKOL:



Vyzkoušejte si, jak funguje setrvačnick.
Co můžeme říci o jeho pohybu?



Svá pozorování si запиšte do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

11

9

DVĚ JABLKA A MY

ÚKOL:

Uvnitř kostky naleznete dvě dřevěná jablka, jedno je větší a to druhé menší. Zavolejte pana učitele nebo paní učitelku, ať vás nyní pozorují při práci a zahrajte si s jablky tuto malou hru:

Vezměte si jeden po druhém jablka do ruky a něco s nimi udělejte, cokoliv je v učebně možné - třeba si je přehodte z jedné ruky do druhé, vyhodte je do vzduchu a chytněte, nechte je kutálet po zemi, ...



Sledujte pozorně jednoho každého z vás a představujte si, že jste jablko v ruce svého spolužáka nebo spolužačky. Zkuste se zamyslet i nad tím, jak byste se vy na místě jablka asi mohli cítit a co by se vám honilo v hlavě.

Určitě jste si uvědomili, že kdyby jablko vnímalo, byl by v této situaci jeho pohled na okolní svět jiný než ten váš. Přemýšlejte o tom, jak jiný by byl.



Nejzábavnější pozorování si formou komiksu společně zaznamenejte do badatelského zápisníku.



> Pojdme nyní zkoumat, jak rozdílný je svět pro velké jablko a malé jablko. Pokračujte na kartu.....

23

10

NEWTON A JABLKO

ÚKOL:



To, že v dřevěné kostce jsou dvě jablka, není náhoda. Zjistěte, jak spolu souvisejí Newton a jablko. Roztočte setrvačnick, a než se dotočí, zjistěte co nejvíce informací o tom, kdy, kde a jak učinil Newton svůj průlomový objev a jak s tím souvisí jablko.



Svá zjištění si poznačte do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

24

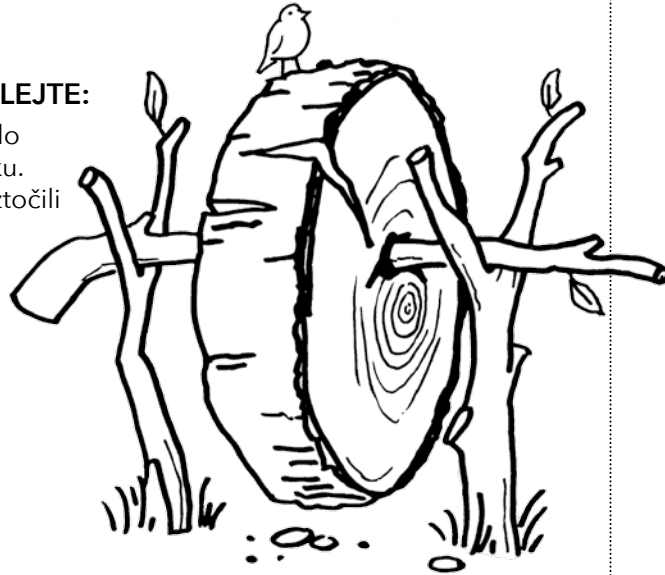
11

SETRVAČNÍK

POZORUJTE A PŘEMÝŠLEJTE:



Představte si, jak by se točilo dřevěné kolečko na obrázku. Pokud bychom zároveň roztočili dřevěné kolečko z obrázku a setrvačnick v kostce, jakých rozdílů bychom si všimli v jejich pohybu?



Nyní se všichni ve skupině domluvte, jak chcete pokračovat.



- > Pokud chcete zkoumat, jak funguje setrvačnick, pokračujte na kartu
- > Pokud jste již zkoumali dvě jablka i zpomalený pád jablka ze stromu, je čas prozkoumat neviditelné síly na Zemi a ve vesmíru. Pokračujte na kartu
- > Pokud vás zajímají dřevěná jablka, pokračujte na kartu
- > Pokud vás zajímá jeřáb, pokračujte na kartu

12

13

9

10

12

SETRVAČNÍK

ÚKOL:



Rozhodli jste se, že **více prozkoumáte setrvačnick a pokusíte se pochopit jeho fyziku**. To je skvělý badatelský přístup!



Nejdříve se pokuste společně odpovědět na otázky v badatelském zápisníku a odpovědi zapište. Pro vyhledání informací můžete využít tablety nebo mobily.

PŘEČTĚTE SI:



V této chvíli již všichni víme, že **setrvačnick se umí dlouho točit**. Pravděpodobně již rozumíte, proč tomu tak je. Možná jste však narazili na něco, co nyní ještě nedokážete pochopit. V každém případě však můžeme všichni pokračovat v objevování Newtonových pohybových zákonů.



- > Pokud si chcete prozkoumat jablka, pokračujte na kartu
- > Pokud vás zaujala kladka na jeřábu, pokračujte na kartu
- > Pokud jste sem docestovali z karty 46, pokračujte na kartu

9

10

17

13

VE VESMÍRU

PŘEČTĚTE SI:



Pokusy s jablky, setrvačnickem i s jeřábem ovlivňují neviditelné síly, které působí tady na Zemi. Abychom jim lépe porozuměli, vydáme se nejdříve do vesmíru.

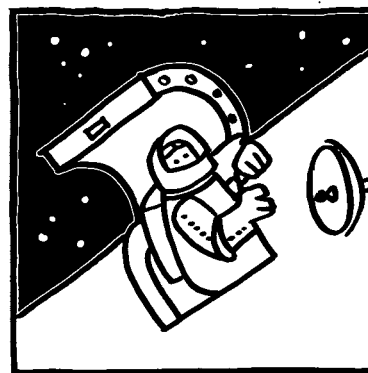
V době, kdy žil Newton, bylo vědecké poznání vesmíru takzvaně v plenkách. My jsme dnes ve výhodě, protože máme mnohem lepší představu o tom, jak vesmír vypadá. Existuje již mnoho obrazových záznamů vesmíru, o vesmíru máme mnohem více informací.

ÚKOL:

Představte si hluboko ve vesmíru třeba astronautku, která potřebuje provést opravu na své vesmírné lodi, například upravit polohu komunikační antény. Proč je lanem přikotvená ke své vesmírné lodi?



Svou odpověď doplňte do komiksu ve svém badatelském zápisníku.



- > Pokračujte na kartu
- > Pokud však máte gravitaci i odpor vzduchu v malíku

14

19

14

LIDÉ VE VESMÍRU

PŘEČTĚTE SI:



Představte si, že kosmonautka je nyní bez jištění. Co se může stát?

Kosmonautka třeba jen zlehka narazí do antény a nezachytí se rukou, pak ji to pomalu odrazí směrem od lodi, a už letí od lodi pryč. Vzdaluje se dál a dál. Ve vesmíru ji totiž vůbec nic nebrzdí. Stačí jedno nenápadné odražení, stačí jen malá síla, a letí a letí dál a dál.

Naštěstí mívají skutečné kosmonautky a skuteční kosmonauti manévrovací trysky, takže jejich šance na návrat je dobrá i bez kotvícího lana.

ÚKOL:

Znáte jména některých lidí, kteří se podíleli na úspěšných vesmírných misích? Většina z nás zná pouze jména kosmonautů z Ruska a Ameriky.

Ale co další země? Mají i ony svůj vesmírný program?

A co kosmonautky? A co další významné vědkyně a vědci, kteří měli zásadní podíl na objevování vesmíru?



Otevřete své badatelské zápisníky a zjistěte více o vesmírných misích.



> Pokračujte na kartu

47

> Vraťte se zpět, pokud jste si sem odskočili z karty

20

15

GRAVITACE NA ZEMI

PŘEČTĚTE SI:



Jak se od sebe liší podmínky na Zemi a ve vesmíru?

Hlavní rozdíl je v tom, že ve vesmíru neexistuje odpor vzduchu a je tam zanedbatelná gravitace (neboli přitažlivost). Na Zemi si takové podmínky můžeme jen těžko představit.

Aniž si to uvědomujeme, na Zemi jsme přitahováni k zemi gravitační silou. Jako by Země byla velký magnet, který nás k sobě přitahuje jako malé kovové figurky.

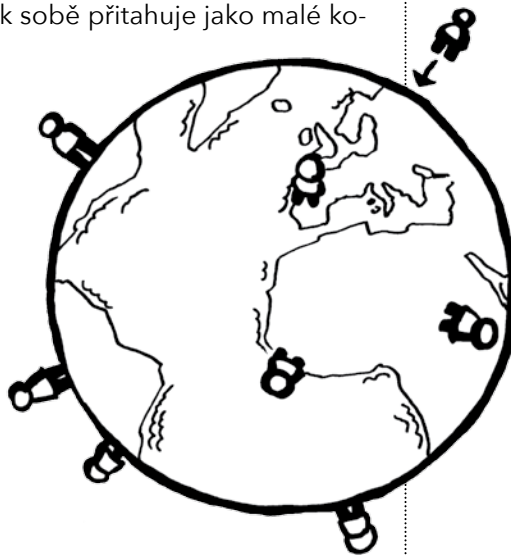
ÚKOL:



Přemýšlejte o tom, v jakých situacích si gravitaci uvědomujete.



Sdílejte ve skupině své zkušenosti a alespoň jednu si запиšte do badatelského zápisníku.



> Pokud se chcete dozvědět ještě více, zejména o odporu vzduchu, pokračujte na kartu

16

> Pokud si myslíte, že gravitaci i odpor vzduchu máte v malíku a nepotřebujete toho o nich více vědět, pokračujte na kartu

19

ODPOR VZDUCHU NA ZEMI

PŘEČTĚTE SI:



Jsmo zvyklí na to, že na Zemi, všude okolo nás, je vzduch. Ani si neuvědomujeme, že vzduch nám brání ve zcela volném pohybu. Je to podobné jako třeba ve vodě. Už jste někdy zkoušeli ve vodě běhat? Jde to těžko, voda nám v pohybu brání. Se vzduchem je to podobné, avšak mírnější.



ÚKOL:

Zkuste si vzpomenout, v jakých situacích můžete výrazněji cítit odpor vzduchu. **Sdílejte ve skupině své zkušenosti a alespoň jednu si запиšte do badatelského zápisníku.**



> Pokračujte na kartu

46

17

ZEMĚ BEZ GRAVITACE

PŘEČTĚTE SI:



Představte si, že Země by na sobě měla tlačítko s nápisem „Zapnout přitažlivost / Vypnout přitažlivost“.

Zkusíte tlačítko zmáčknout a zemská přitažlivost se najednou vypne, Země přestane fungovat jako magnet. Nebude k sobě vůbec nic přitahovat.

Nyní zkusíte zvednout obrovský a těžký balvan.

Ale je to teď docela snadné! Dokázalo by to snadno i malé dítě.

Na zvednutí balvanu totiž stačí vynaložit jen malou sílu, balvan potom dokonce začne sám stoupat, rozjede se nahoru, a v této chvíli nastane opačný problém - zastavit stoupající balvan by bylo mnohem těžší.

Při jeho zvedání jsme totiž stáli pevně na zemi a opírali se o ni. Zároveň při zvedání kámen držíme. Jakmile se dostane do pohybu směrem vzhůru, táhne nás s sebou. Naše váha ho sice trochu zpomalí, ale nezastaví. Ve vzduchu se pak už není o co zapřít. Mohl by nás zachránit třeba strom, kterého bychom se chytili. Pokud by se nám to nepodařilo, mohl by nás balvan vytáhnout až do vesmíru.



- > Pokud chcete dále rozvíjet tuto fantazii, například co by se stalo s lidmi mimo jakoukoliv místnost, pokračujte na kartu 18
- > Pokud si chcete ujasnit, že gravitaci dobře rozumíte, požádejte o další vysvětlení paní učitelku nebo pana učitele a pak pokračujte na kartu 18
- > Pokud vás zajímá, co má setrvačnický společného s touto fantazií, pokračujte na kartu 19

18

ZEMĚ BEZ GRAVITACE A ODPORU VZDUCHU

ÚKOL:



Roztočte setrvačnick a než se dotočí, tak společně přemýšlejte. Co by se stalo s lidmi, kteří by byli někde venku ve chvíli, kdy by na Zemi náhle přestal existovat odpor vzduchu a gravitace?

PŘEČTĚTE SI:



Kdyby přestala fungovat gravitace i odpor vzduchu, museli bychom se rychle chytit něčeho, co je pevně spojené se zemí - třeba stromu, domu nebo trávy. Chytit se například lokomotivy by nám nepomohlo, i když je těžká. Lokomotiva totiž volně stojí na kolejích, není pevně svázána se zemí a tíha v tuto chvíli neexistuje.

Jenže ani chytit se stromu nebo trávy nebude snadné. Strom možná nebude poblíž, a udělat krok bez gravitace znamená odrazit se a letět vzhůru. Obtížné by bylo i dřepnout si k trávě. Nezapomeň, že tíha v tuto chvíli neexistuje, a když si skrčíš nohy, zůstaneš ve vzduchu. Předklon tě jen nadzvedne a na trávu stejně nedosáhneš. A jeden nešikovný pohyb? Letíš do vesmíru.

Na Zemi by to vypadalo jako ve vesmíru - všechno by bylo v pohybu, letělo by dál bez zastavení, dokud by nenarazilo. Stačil by jen lehký dotyk, aby se do pohybu dal i obrovský balvan.

A teď si zkuste představit, jak by se v takovém prostředí točil setrvačnick...



> Pokračujte na kartu

19

19

SETRVAČNÍK NA ZEMI

ÚKOL:



Roztočte setrvačnick. **Sledujte** jeho zpomalování a než se zastaví, zopakujte si, co jej brzdí.

Čím to je, že se nakonec zastaví? Ověřte svůj závěr s vyučujícími.

PŘEČTĚTE SI:



Náš setrvačnick je vlivem gravitace tlačěn k zemi. Jeho tíha se přenáší na kovovou tyčku (osu), osa přenáší svoji tíhu a tíhu setrvačnicku do ložisek. Vlivem tíhy je otáčení ložisek brzděno. I když ložiska pomáhají toto brzdění (kterému říkáme valivý odpor) snižovat, valivý odpor nakonec vítězí a setrvačnick se zpomalí až do úplného zastavení.

ÚKOL:



Je důležité, abyste tomu opravdu všichni rozuměli. **Zkuste si to navzájem vysvětlit tak, aby to všem bylo jasné.**

Budte k sobě laskaví. Někteří z vás mají lepší schopnost rozumět fyzice a jsou v jejím pochopení rychlejší.



- > Pokračujte na kartu
- > Chcete se dozvědět více o gravitaci, pokračujte na kartu

20

46

SETRVAČNÍK VE VESMÍRU

POZORUJTE A PŘEMÝŠLEJTE:



Nyní si představte setrvačnick ve vesmíru, kde jej nic nebrzdí – ani gravitace, ani odpor vzduchu. Opět roztočte setrvačnick, **sledujte** jeho zpomalování **a zároveň přemýšlejte** o tom, jak by se roztočený setrvačnick choval ve vesmíru.



(Chcete-li nápovědu, vraťte se na chvílku na kartu **14** a připomeňte si, co se děje s astronautkou ve vesmíru.)

A co by se stalo, kdybychom setrvačnick ve vesmíru vůbec neroztočili, kdybychom si dali pozor, abychom se ho ani trochu nedotkli a nepůsobili na něj žádnou silou?

ÚKOL:



Otevřete si badatelský zápisník a vyřešte doplňovačku.



> Pokračujte na kartu

21

21

SETRVAČNÍK

PŘEČTĚTE SI:



Shrneme si to, co už víme:

- Aniž si to uvědomujeme, na Zemi na nás a na vše kolem nás neustále působí gravitace a odpor vzduchu.
- Roztočený setrvačnick v naší kostce se netočí donekonečna, ale postupně se zpomaluje až do zastavení, protože jej brzdí právě gravitace a odpor vzduchu.
- Roztočený setrvačnick ve vesmíru by se točil dál a dál, protože tam na něj gravitace ani odpor vzduchu nepůsobí.
- Zastavený setrvačnick ve vesmíru by zůstal nehybný dál a dál, dokud by se nesrazil s jiným objektem.



UJISTĚTE SE VE SKUPINĚ, ŽE TOMU OPRAVDU VŠICHNI DOBRĚ ROZUMÍTE.



- > Pokud je vám teď jasné vše o setrvačnicku, můžete se zaměřit na to, jak na sebe vzájemně působí malé a velké jablko. Pokračujte na kartu
- > Pokud již rozumíte tomu, jak funguje setrvačnick, a chcete dál zkoumat pád jablka z jeřábu, pokračujte na kartu

42

31

22

VYSVĚTLUJEME CHATU GPT



ÚKOL:

Nyní oceníte, že vaše skupina je pestrá. Je zde totiž úkol, jako dělaný pro budoucí vyučující. Pomocí umělé inteligence teď otestujeme v praxi vaše schopnosti vysvětlit, co jste se již naučili o Isaacu Newtonovi a jeho zákonech.

Na svém tabletu si otevřete web **www.chatgpt.com**
Zadejte chatu GPT následující úlohu:

Pojď si se mnou zahrát role play. Vžij se do role osmiletého dítěte, které se zajímá o Isaaca Newtona a jeho objev. Mým cílem je vysvětlit ti, co objevil. Zatím si budeme jen povídat, nebudeme používat fyzikální symboly, ani počítat. Dej mi vědět, jestli tomu všemu jako osmileté dítě rozumíš, případně mi pokládej doplňující otázky.

Vášim úkolem bude vysvětlit mu vše, co jste se doposud naučili.
Pozvěte k náslechu paní učitelku nebo pana učitele.



> Za odměnu vás čeká další experiment, pokračujte na kartu

49

VELKÉ JABLKO NA HOUPAČCE

ÚKOL:



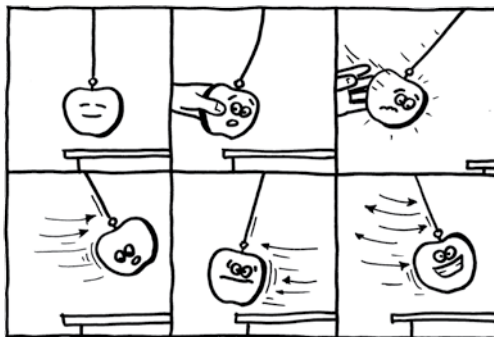
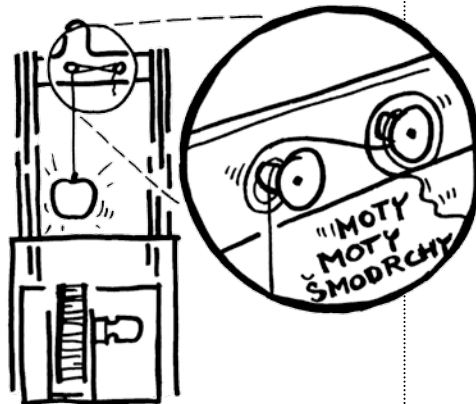
Pověste velké jablko za provázek na jeřáb přesně podle obrázku.

Jablko bude viset těsně nad plošinkou kostky. Nyní jablko chytněte a rozhoupejte jako kuželkovou kouli (avšak jen dopředu a dozadu, ne obloukem).

Pozorujte dění z pohledu jablka a pokuste se jeho slovy popsat, co se mu děje. Možná to bude podobné našemu komiksu, možná to bude jiné.



Pozorování situace z pohledu jablka si zapíšte do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

38

ZPOMALENÝ PÁD JABLKA

ÚKOL:

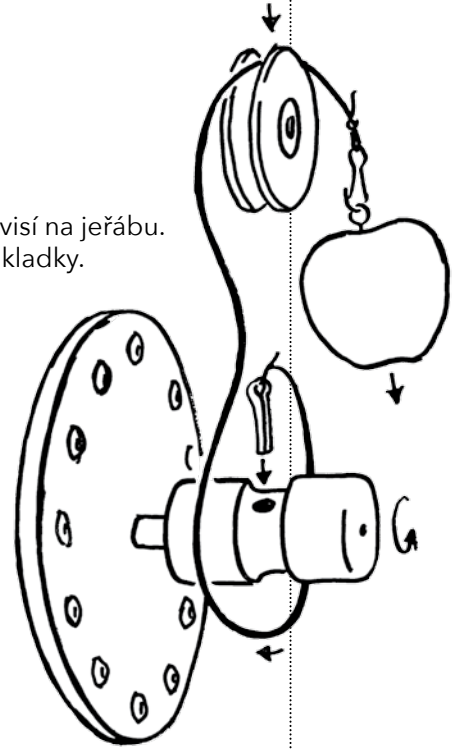
Připravte si pokus přesně podle obrázku. Jablko nyní visí na jeřábu. Nepouštějte jej! Držte jej nahoře, a pak jej sundejte z kladky.



ÚKOL:



Otevřete badatelské zápisníky a odhadněte průběh tohoto pokusu.



> Pokračujte na kartu

25

ZPOMALENÝ PÁD JABLKA

ÚKOL:



Nyní buďte jako Newton! Udělejte pokus s jablkem na našem „stromo-jeřábu“. Znovu tedy zavěste jablko přes kladku a vytáhněte nahoru a pak pusťte dolů. Snažte se **pozorovat** tak pečlivě jako Newton. Pokus klidně opakujte několikrát a sledujte průběh pádu jablka z jeřábu a průběh otáčení setrvačnicku až do jeho úplného zastavení.



Svá pozorování si запиšte do badatelského zápisníku a ponechte jej otevřený.

PŘEČTĚTE SI:



Jak tento pokus souvisí s objevem Isaaca Newtona?

Podle legendy, kterou už dnes nemůžeme ověřit, učinil Newton svůj objev, když dělal něco úplně obyčejného. Seděl na louce a pozoroval, jak padají jablka ze stromu.

Důkladné pozorování je skvělá vědecká metoda. A Newton byl do pozorování zcela ponořený.



> Pokračujte na kartu

26

ZPOMALENÝ PÁD JABLKA

ÚKOL:



Ještě jednou zopakujte a **pozorujte pokus** spouštění jablka na jeřábu, aby si všichni ve skupině byli jisti, že viděli všechny jevy, které jsou sepsány ve vašem seznamu ke kartě **25** v badatelském zápisníku.

PŘEČTĚTE SI:



Přestože Newton neměl, tak jako my, možnost pozorovat zpomalený pád jablka, dokázal si představit, jak pád probíhá. Na základě svého jednoduchého pozorování odvodil pak všechny Newtonovy zákony dohromady. I my je v našem pokusu můžeme sledovat všechny.

Zkoumat je však budeme postupně, abychom jim lépe rozuměli.



> Pokračujte na kartu

27

27

PROČ JABLKO PADÁ DOLŮ?

PŘEČTĚTE SI:



Píše se rok 1666. Newton sedí pod jabloní a sleduje padající jablka. Ví, že jablka padají k Zemi – stejně jako my všichni a všechno kolem nás. Ale Newton si klade důležitou otázku:

*„Proč jablko spadlo přímo dolů?
Proč neletělo do strany nebo třeba nahoru?“*

Takové otázky odlišují vědkyně a vědce od běžných lidí.

Už dříve lidé, jako Aristotelés, Galileo Galilei nebo Johannes Kepler, tušili, že „něco“ způsobuje, že věci padají dolů k zemi. Ale Newtonovi nestačilo to jen přijmout – chtěl zjistit, co to „něco“ opravdu je.

A právě při pohledu na padající jablko na to přišel.



ÚKOL:

Zamyslete se jako Newton nad otázkou, proč jablko spadlo přímo dolů. **Své hypotézy si poznačte do badatelského zápisníku.**



- > Můžete pokračovat na kartu
- > Pokud vás ale zajímají dějiny fyziky a objevy vědců ještě před Newtonem, pokračujte na kartu

29

28

VĚDCI A VĚDKYNĚ PŘED NEWTONEM

ÚKOL:

Teď se rozdělte do skupin podle toho, co vám víc vyhovuje – chcete si na chvílku odpočinout, nebo se dozvědět víc?

Každý máte 5 minut na to, co zrovna potřebujete:

- klidně si odpočiňte,
- nebo začněte vyhledávat zajímavosti o vědcích a vědkyních, kteří byli před Newtonem – třeba Galileo Galilei, Mikuláš Koperník nebo Margaret Cavendish či Hepatie z Alexandrie,
- nebo jen naslouchejte spolužákům a spolužačkám, kteří hledají a sdílejí.



Potom si do badatelského zápisníku запиšte nejzajímavější informace a myšlenky, které jste zaslechli nebo vyhledali.



> Pokračujte na kartu

29

JABLKO A GRAVITACE

PŘEČTĚTE SI:



Vzpomínáte na Newtonovu otázku?

„Proč jablko spadlo přímo dolů? Proč ne do strany nebo nahoru?“

Tehdy Newtona napadlo, že na jablko působí síla, která ho táhne k Zemi. Díky ní jablko padá dolů - není to náhoda!

Newton pochopil, že jde o neviditelnou sílu, která přitahuje všechno k Zemi. Nazval ji gravitace. Newtonův objev byl revoluční - zjistil, že **gravitace je přitažlivá síla**, která působí mezi všemi tělesy, která mají hmotnost - působí tedy mezi věcmi, jakýmikoliv hmotnými objekty, mezi lidmi, zvířaty i rostlinami.

A co zjistil dál? Že gravitace nepůsobí jen na Zemi, ale i ve vesmíru. Také všechna vesmírná tělesa se vzájemně přitahují - gravitace tedy působí i mezi planetami nebo hvězdami a ovlivňuje jejich pohyb.

Newton tak spojil různé vědecké poznatky o pohybu do jednoho celku. Navázal na myšlenky vědců, jako byli Johannes Kepler, Galileo Galilei nebo René Descartes, a vysvětlil, proč se vesmírná tělesa pohybují tak, jak se pohybují. Díky němu dnes rozumíme tomu, jak funguje vesmír!



> Pokračujte na kartu

30

GRAVITACE VE VESMÍRU

PŘEČTĚTE SI:



Možná si představujete, že vesmír je místo, kde žádná gravitace není - že všechno jen tak volně poletuje. Ale takto vesmír nefunguje. Gravitace je tam všude a neustále ovlivňuje pohyb hvězd, planet i raket.

ÚKOL:



Teď si vezměte své mobilní telefony nebo tablety a zjistěte víc o tom, jak gravitace působí ve vesmíru. Zkuste také vypátrat, proč je gravitace tak důležitá pro naši planetu Zemi a pro celou sluneční soustavu.



Ověřte si, že rozumíte působení gravitace ve vesmíru. Odpovězte na otázky v badatelském zápisníku.



- > Už jste zkoumali setrvačnický? Pokud ne, tak nyní je ten správný čas. Pokračuj na kartu 8
- > Už jste si hráli s velkým a malým jablíčkem a poznali, jaké to je být jablkem? Pokud ne, pokračujte na kartu 9
- > Už jste zkoumali dvě jablka i setrvačnický? Ano? Opravdu? Pokud jste si jistí, je čas prozkoumat neviditelné síly na Zemi. Pokračujte na kartu 13



SÍLA A ZRYCHLENÍ

POZORUJTE A PŘEMÝŠLEJTE:



Zopakujte váš pokus na „stromojeřábu“ a nyní se již zaměřte na pozorování těchto dvou jevů:



- Jablko ve svém pádu postupně zrychluje.
- Setrvačnick se na začátku roztáčí pomalu a postupně zrychluje.

PŘEČTĚTE SI:



Zaměříme se nyní na jablko. Newton viděl pád jablka ze stromu, pozoroval a přemýšlel. My už víme, co se s jablkem během pádu děje, protože jsme pád jablka viděli zpomaleně:

- Jablko padá směrem k zemi.
- Jablko postupně zrychluje.

Ale to Newtonovi nestačilo, začal se ptát. „Proč jablko zrychluje?“



> Pokračujte na kartu

32

SÍLA A ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Newton byl fascinovaný něčím tak obyčejným jako padajícím jablkem. A my navíc sledujeme, jak se postupně čím dál rychleji roztáčí i setrvačnick.

ÚKOL:



Vezměte si svůj badatelský zápisník a zkuste napsat hypotézu, která vysvětlí, čím to je, že padající jablko i setrvačnick zrychlují.



> Pokračujte na kartu

33

SÍLA A ZRYCHLENÍ

ZAMYSLETE SE:



- Odpovídá vaše hypotéza na otázku, proč to jablko nepadá pořád stejně rychle?
- Odpovídá také na otázku, proč se setrvačnický točící se pořád stejně rychle?
- Proč se mění rychlost padajícího jablka a točícího se setrvačnicku?

POZORUJTE A PŘEMÝŠLEJTE:



Vraťme se na chvíli k setrvačnicku ve vesmíru. Už víme, že jakmile ho ve vesmíru roztočíme, točí se dál a dál.



- Co by se ale stalo, kdybychom ho nepřestávali roztáčet? Kdybychom jej stále roztáčeli, setrvačnický by se ve vesmíru točil rychleji a rychleji.
- Kdybychom jej pak přestali ve vesmíru roztáčet, točil by se dál a dál velmi rychle, ale už by nezrychloval - udržoval by si stále tu stejnou rychlost, kterou získal naším točením.

Na Zemi to sice nefunguje tak dokonale jako ve vesmíru, ale i tak si to můžeme zkusit. Roztočte setrvačnický silou vaší ruky a nepřestávejte roztáčet, pozorujte pohyb setrvačnicku. Setrvačnický se bude točit rychleji a rychleji.



> Pokračujte na kartu

34

SÍLA A ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Pokud roztáčíme setrvačnick dál a dál, tak na něj stále působíme silou a setrvačnick zrychluje. Stejně jako když roztáčíme třeba kolotoč na dětském hřišti. Naše ruka, která ho roztáčí, působí silou. I když působíme silou pořád stejně velkou, kolotoč se roztáčí víc a víc.

Stejně to funguje s gravitační silou. Čím déle působí na pohybující se těleso, tím více jeho pohyb zrychluje.

ÚKOL:

Naše ruka působí silou a gravitace také působí silou.



Jaký je rozdíl mezi silou naší ruky a gravitační silou? Zkuste na tuto otázku odpovědět a odpověď запиšte do svého badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

35

SÍLA A ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Přemýšleli jsme, jaký je rozdíl mezi silou paže a gravitační silou.

Ruka a gravitace - co mají společného? Obě působí silou.

Ruka a gravitace - obě umí tlačit, tahat, ovlivňovat pohyb věcí.

A v čem se liší?

Ruka se musí předmětů dotýkat, aby na ně mohla silou působit, zatímco

gravitace se jich dotýkat nemusí. Její síla je neviditelná a necítíme její do-

tek. Ruka si může dát kdykoliv pauzu. Gravitace neodpočívá.

ÚKOL:



Pojďme si rozdíly mezi rukou a gravitací shrnout do tabulky. Otevřete si badatelský zápisník a zakroužkujte správné odpovědi.



> Pokračujte na kartu

36

SÍLA A ZRYCHLENÍ

ÚKOL:

Teď se rozdělte do skupin podle toho, co vám víc vyhovuje – chcete si na chvíli odpočinout, nebo se dozvědět víc?

Každý máte 3 minuty na to, co zrovna potřebujete:

- klidně si odpočiňte,
- nebo začněte vyhledávat více informací o tom, jak je to se silou gravitace na Zemi.



Co je na gravitaci zvláštní?

O gravitaci na Zemi lze říci, že je přibližně stále stejně silná. Ruka však působí různě velkou silou podle toho, jak zatneme svaly. Gravitační síla se nemění.

- Ověřte, zda je to pravda,
- nebo jen naslouchejte spolužákům a spolužačkám, kteří hledají a sdílejí.



Své poznatky si zapište do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

37

37

SÍLA A ZRYCHLENÍ

ÚKOL:



A teď už jen kontrolní doplňovačka v badatelském zápisníku. Abyste ji správně vyřešili, můžete si ještě jednou vyzkoušet experiment se zpomaleným pádem jablka.

Potřebujete si ještě něco ujasnit?



- Prolistujte si karty, které jste už prostudovali.
- Požádejte o pomoc s nejasnostmi vašeho pana učitele nebo paní učitelku.
- Vezměte si na pomoc vaše tablety nebo mobily a využijte například umělé inteligence v módu tutor, aby vám pomohla vysvětlit nejasnosti – informace od AI si ověřte například pomocí konzultace s panem nebo paní učitelkou.



- > Pokud už víte, jak by fungoval setrvačnick ve vesmíru, ale ještě jste nezkoumali akci a reakci při nárazu dvou jablek, pokračujte na kartu 42
- > Pokud jste už zkoumali i setrvačnick ve vesmíru i akci a reakci při nárazu dvou jablek, pokračujte na kartu 22

PŘÍBĚH DVOU JABLEK

ÚKOL:



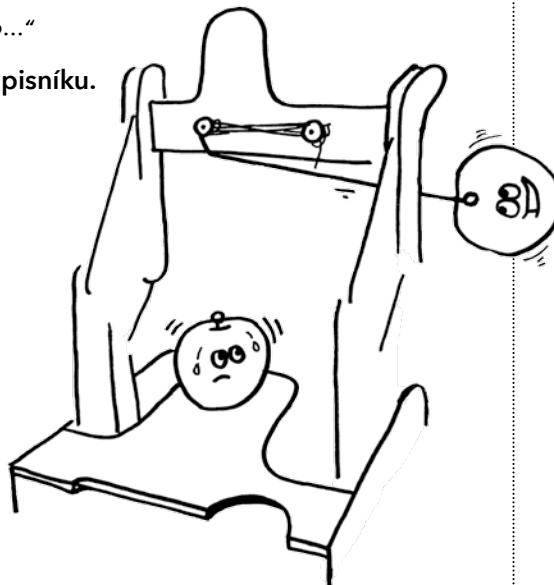
Provedeme teď pokus podobný pokusu z karty 23. Rozhoupeme na provázku velké jablko, avšak na dřevěnou plošinku mu do cesty postavíme malé jablíčko. Zkusíme vše připravit tak, aby velké jablko srazilo nic netušící malé jablíčko.

Experiment můžete provést několikrát, dokud nebudete mít dostatek inspirace, abyste společně vymysleli příběh těchto dvou jablek. Může to být příběh komický, tragický, či lovestory, záleží jen na vás. Začít můžete třeba takto:

„Bylo jednou jedno velké jablko...“



Příběh запиšte do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

39

39

DVĚ JABLKA - VÝMĚNA ROLÍ

ÚKOL:



Teď si představte, že naše jablka si vymění role. Malé jablíčko se přece chce taky pohoupat.

Co myslíte, že by se stalo, kdyby malé jablíčko při houpání narazilo do velkého jablka? Zatím to nezkoušejte a jen o tom přemýšlejte!



Své hypotézy a odhady si zapište do svého badatelského zápisníku.

TEĎ JSEM
NA ŘADĚ
JÁ!



> Pokračujte na kartu

40

40

DVĚ JABLKA

ÚKOL:



Nyní přišel čas prakticky ověřit vaše hypotézy. Jako správné vědkyně a správní vědci jistě víte, že hypotézu je třeba ověřit opakovaně. Pokus několikrát opakujte, **bedlivě pozorujte** a pokuste se co nejlépe popsat, co se děje, když malé jablíčko narazí do velkého jablka nebo naopak.



Byly vaše hypotézy a odhady správné, trefili jste se?

Koukněte do svého badatelského zápisníku na své zápisky a odměňte se, i když to nebyla zrovna trefa do černého!



> Pokračujte na kartu

41

41

DVĚ JABLKA

ÚKOL:



Shrňte svá pozorování obou pokusů do dvou vět a zaznamejte je do svých badatelských zápisníků.

PŘEČTĚTE SI:



Některé z vás už určitě napadá, že kromě toho, co se děje s jablky, sledujeme v tomto pokusu také **neviditelné síly**, které působí tady na Zemi. Pokud o tom přemýšlíte, je to správně. Později se k těmto silám vrátíme.



- > Pokud chcete přejít na zkoumání setrvačníku, pokračujte na kartu 8
- > Pokud se chcete blíže podívat na kladku na jeřábu, pokračujte na kartu 10
- > Pokud jste už prozkoumali jeřáb i setrvačnick, je čas pro zkoumání neviditelných sil na Zemi a ve vesmíru, pokračujte na kartu 13

AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Vzpomeňte si na pokusy se dvěma jablky. Zkusíme si nyní naše pozorování trochu rozebrat.

Pozorování s jablky můžeme shrnout takto:

Když velké jablko narazí do malého jablíčka, tak to malé jablíčko jen trochu zbrzdí velké jablko. A když to malé jablíčko narazí do velkého jablka, tak to velké jablko malé jablíčko téměř zastaví.

Asi vás teď napadá otázka:

Čím to je, že po nárazu velkého jablka do malého se velké jablko jen zbrzdí, ale po nárazu malého jablka do velkého se malé jablko téměř zastaví?

To je dobrá badatelská otázka. Přesně takovou si určitě kladl i Newton. Určitě tušíte nějakou odpověď, avšak nevíte, jak ji vyslovit. Možná jen máte obavy, že byste to neřekli správně ve vědeckém jazyce. Ale o to nám teď přece vůbec nejde.



Zkuste to každý sám za sebe říct vlastními slovy.

ÚKOL :



Své hypotézy o tom, proč tomu tak je, si poznačte do badatelského zápisníku. Správnost vaší hypotézy si pak zkontrolujte.



> Pokračujte na kartu

43

43

AKCE A REAKCE

ÚKOL:



Otevřete si badatelský zápisník, kde najdete tabulku, která mapuje, co se děje, když do sebe naráží naše dvě jablka. Doplňte ji.

ZAMYSLETE SE:



Určitě vám neuniklo, že **jablka se od sebe neliší jen svou velikostí**. Přemýšlejte, co ještě je mezi nimi jinak.



> Pokračujte na kartu

44

AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Čím se od sebe liší malé jablíčko a velké jablko.

Přece tím, že jsou každé jinak těžké! Velké jablko je těžší, a když narazí do malého, nezastaví se, jen to malé odhodí. Je to podobné, jako když běžíš a narazíš do něčeho lehkého - třeba do mouchy. Cítíš náraz, ale běžíš dál.

Malé jablíčko je lehčí, a když narazí do velkého, téměř se zastaví. Je to podobné, jako když běžíš a narazíš do něčeho těžkého - třeba do sloupu. Cítíš náraz a sloup tě zastaví, možná tě dokonce odhodí zpět.

Zkuste si položit otázku:

„Jaký vliv má hmotnost jablíček na to, jak bude vypadat jejich srážka?“

To, jak jsou jablka těžká, je rozhodující pro to, kolik síly mají a také pro to, kolik síly spotřebují při nárazu a kolik síly jim zbyde po něm. I když je každé jinak těžké, letí vzduchem skoro stejně rychle. A právě jejich váha je klíčová v tom, jak každé z nich srážkou projde.

ÚKOL:



Napadnou vás nějaké další příklady, kdy můžeme sledovat akci a reakci podobnou jako u jablek? Kdy do sebe něco narazí, něco se odrazí?



Zapište své nápady do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

45

AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Kdy můžeme sledovat akci a reakci? Tady je pár příkladů od nás.

- Balónek, kterému pustíme nafouknutý otvor
Akce: Vzduch uniká z balónku dozadu.
Reakce: Balónek letí dopředu.
- Když kočka skáče z gauče
Akce: Kočka zatlačí zadníma nohama do gauče.
Reakce: Gauč se trochu pohne zpět a kočka vyskočí dopředu.
- Vodní pistole
Akce: Voda vystříkne vpřed.
Reakce: Pistole (a ruka držící ji) je mírně tlačena dozadu.
- Astronautka ve stavu beztlíže
Akce: Astronautka hodí klíč dopředu.
Reakce: Sama se začne pomalu pohybovat opačným směrem.
- Skok z lodičky do vody
Akce: Nohy se odrazí od lodičky.
Reakce: Lodička uhne dozadu, zatímco skokan či skokanka letí vpřed.

Máme ještě nezodpovězenou otázku, jak velkou silou na sebe ta dvě jablka nebo jiná tělesa působí. K této otázce se vrátíme v gamebooku 3.



- > Už víte, jak by fungoval setrvačnick ve vesmíru, ale ještě jste pořádně nezkoumali souvislost mezi silou a zrychlením? Pokračujte na kartu
- > Už jste zkoumali i setrvačnick ve vesmíru i souvislost mezi silou a zrychlením? Pokračujte na kartu

31

22

GRAVITACE

PŘEČTĚTE SI:



Je pro nás běžné, že chodíme po zemi a nevznášíme se. Země nás totiž přitahuje – stejně jako magnet přitahuje kov. Této síle říkáme zemská přitažlivost.

Kvůli zemské přitažlivosti musí vyvinout sílu každý, kdo se chce třeba zvednout nebo jinak pohnout. Když zvedneme nohu, naše svaly musí zabrat. Bez toho bychom zůstali přilepení k zemi. Stejně tak se musí snažit i zvířata.

Nic se nepohne samo – všechno vyžaduje úsilí.

ÚKOL:



Zamyslete se nad tím, jaký pohyb vás stojí nejvíc fyzického úsilí. Odpověď každého z vás může být jiná.



Všechny odpovědi запиšte do badatelského zápisníku.



- > Pokud vás zajímá, jak je setrvačnick z naší kostky uzpůsoben, aby byl co nejméně brzděný odporem vzduchu a gravitací, pokračujte na kartu 12
- > Pokud vás zajímá, co by se stalo, kdyby na Zemi přestala působit zemská přitažlivost, pokračujte na kartu 17
- > Pokud se chcete vrátit ke zkoumání setrvačnicku, pokračujte na kartu 19
- > Pokud jste se sem dostali z karty 19, pak pokračujte na kartu 20

47

PODMÍNKY NA ZEMI

PŘEMÝŠLEJTE:



Proč na Zemi nemusí mít lidé skafandr, proč nemusí být kotvení lanem ke svým dopravním prostředkům? Čím to je, že se kolo samo rozjede z kopce a proč nám při jízdě na kole vlají vlasy?

ÚKOL:



Otevřete si svůj badatelský zápisník a odpovězte na otázky.



> Pokud jste již prozkoumali setrvačnick, jeřáb i dvě jablíčka, je čas vydat se na Zemi. Pokračujte na kartu

15

OBJEV V KOSTCE

PRAVIDLA PRÁCE S KOSTKOU:



- **Budte k sobě navzájem pozorní a berte ohled na rozmanitost potřeb lidí ve vaší skupině.**
- **Využijte rozmanitosti své skupiny - každý a každá máte nějakou superschopnost, ze které může skupina čerpat.**
- **S kostkou zacházejte tak, aby po vaší práci zůstala ve stejném nebo lepším stavu.**

ÚKOL:



Nyní je čas domluvit se na tom, jak otevřete kostku s Newtonovými objevy. Jde to snadno jednou rukou. Zkuste promyslet, jak se kostka otevírá. Pak to teprve vyzkoušejte.



Až ji otevřete, počkejte, až k vám přistoupí vaše paní učitelka nebo pan učitel, aby vás poučili o bezpečnosti práce s kostkou.

Domluvte se, který prvek vás nejvíce zaujal.



- > Pokud vás zaujal setrvačnick (pokud si nejste jistí, co to je setrvačnick, zavolejte na pomoc vyučující), pokračujte na kartu
- > Pokud vás zaujala dvě dřevěná jablka, pokračujte na kartu
- > Pokud vás zaujala kladka na jeřábu, pokračujte na kartu

8

9

10

49

SOUBOJ SETRVAČNOSTI A GRAVITAČNÍ SÍLY

ÚKOL:

Zajímá vás, jak spolu bojují setrvačnost a gravitace?



Připravte si laboratoř podle obrázku a sledujte, co se bude dít:

Vezměte si větší jablko a připevněte na něj karabinkou provázek.

Kolík (závlačku) provlékněte do madla na setrvačnicku a zastrčte do díry na madle.

Na madlo namotejte přes kladku provázek a vytáhněte velké jablko nahoru.

Nyní jablko pusťte dolů. A sledujte!

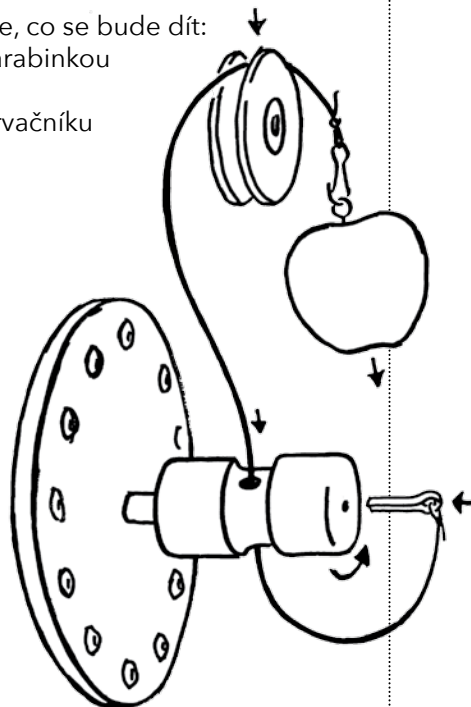
Pozorujte, co se děje s „houpačkou“ setrvačnicku a jablka.



Své pozorování si запиšte do badatelského zápisníku a ukažte paní učitelce nebo panu učiteli.

A TO JE KONEC!

NYNÍ SI MŮŽETE ZOPAKOVAT JAKÝKOLIV Z EXPERIMENTŮ.



> Fyzikální zákony a vzorce k Newtonovým objevům můžete prozkoumat pomocí navazujícího Gamebooku 3 - Zákony a vzorce.

NEWTON V KOSTCE

Herní kniha 3

Zákony a fyzikální vztahy

Autorské a licenční upozornění

Tento dokument je chráněn autorským právem a je výhradním duševním vlastnictvím společnosti RaFF Discover, s.r.o.

Jakékoliv šíření, sdílení, kopírování, tisk, úpravy či jiné zpřístupnění tohoto dokumentu, a to jak v tištěné, tak elektronické podobě, jsou bez výslovného písemného souhlasu společnosti RaFF Discover zakázány.

Přístup k tomuto dokumentu je výslovně omezen pouze na písemný souhlas od RaFF Discover. Jakékoliv předání obsahu či samotného dokumentu jiným osobám je považováno za porušení autorského práva a může vést k právním důsledkům.

VĚDECKÝ JAZYK

PŘEČTĚTE SI:



Newton pochopil vztah mezi silou působící na těleso určité hmotnosti, rychlostí tohoto tělesa a zrychlením, které mu síla uděluje. Tyto vztahy jste zkoumali v herní knize 2, kdy jste prováděli pokusy s jablíčky, setrvačником nebo jeřábem.

Nyní je načase vaše pozorování zobecnit. Podobně jako Isaac Newton, i vy se pokusíte o formulaci tří základních pohybových zákonů – **zákonu setrvačnosti**, **zákonu síly** a **zákonu akce a reakce**.

Zobecnit pozorování znamená slovně přepsat hovorový popis vašeho pozorování do obecnějších výrazů vědeckého jazyka. Nejdříve se však s některými výrazy „vědečtiny“ seznámte.

ÚKOL:

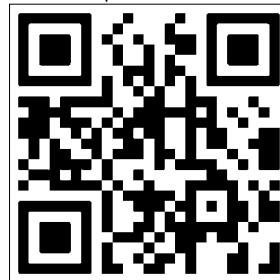
Osvojte si vědecký jazyk krátkou hrou pexesa.



Hledejte dvojice karet, z nichž jedna obsahuje slovo hovorového jazyka, které jste používali při popisu experimentů v předchozí herní knize, na druhé kartě je pak odpovídající výraz jazyka vědeckého. Například slovo **jablko** přeložíme do „vědečtiny“ obecnějším výrazem **těleso**.

Jedním výrazem „vědečtiny“ lze často přeložit více slov hovorových. Může tedy existovat více dvojic s tímto výrazem. Například právě slovo **těleso** lze správně spojit do dvojice se slovem **setrvačnick** i **jablko**, neboť i setrvačnick je těleso. Slovo těleso se tedy v pexesu objeví dvakrát.

Budete-li potřebovat nápovědu, využijte malý slovník „vědečtiny“. Najdete ho v tabulce na následující straně.



> Pokračujte na kartu

51



Hovorový jazyk	Vědecký jazyk	Hovorový jazyk	Vědecký jazyk
setrvačnick	těleso	nechat být, vůbec nezasahovat	nepůsobit silou
jablko	těleso	nechat roztočený	nepůsobit silou
roztočit	působit na těleso silou	nechat zastavený	nepůsobit silou
zatlačit	působit na těleso silou	nic s tělesem nedělat	nepůsobit silou
šťouchnout prstem	působit na těleso silou	nepůsobit silou gravitační nebo odporem vzduchu	nepůsobit silou
použít sílu naší ruky	působit na těleso silou	zůstat stát	setrávat v klidu
přítahovat gravitační silou	působit na těleso silou	zůstat na místě	setrávat v klidu
tlačit nebo táhnout nebo přítahovat	působit na těleso silou	nehýbat se	setrávat v klidu
stále táhnout nebo tlačit	působit na těleso silou	zůstat nehybný dál a dál	setrávat v klidu
zastavit	působit na těleso silou	točit se	setrávat v pohybu
zabrzdit	působit na těleso silou	zůstávat v pohybu	setrávat v pohybu
přibrzdit a přibrzďovat	působit na těleso silou	točit se pořád stejně rychle	rovnoměrný pohyb
narazit	působit na těleso silou	zůstávat v pohybu, který se nemění	rovnoměrný pohyb
brzdit odporem vzduchu	působit na těleso silou	letět stejně rychle dál a dál	rovnoměrný pohyb
použít sílu ruky k brzdění	působit na těleso silou	točit se čím dál rychleji	zrychlovat
brzdit třením	působit na těleso silou	roztáčet se	zrychlovat
bránit v pohybu	působit na těleso silou	padat čím dál rychleji	zrychlovat
nesahat (na setrvačnick)	nepůsobit silou	točit se čím dál pomaleji	zpomalovat

51

ZÁKON SETRVAČNOSTI



ÚKOL:

Roztočte setrvačnick a sledujte.



Odpovězte společně na otázky, které najdete v badatelském zápisníku.

Vzpomeňte si při tom na aktivity v herní knize 2.



> Pokuste se o formulaci zákona setrvačnosti, pokračujte na kartu

52

ZÁKON SETRVAČNOSTI

PŘEČTĚTE SI:



Připomněli jste si, jaké síly působí na setrvačnicku na Zemi a proč se setrvačnicku zpomaluje, až se nakonec zastaví.

Nastal vhodný čas k tomu, abyste přemýšleli o zákonu setrvačnosti a pokusili se jej formulovat.

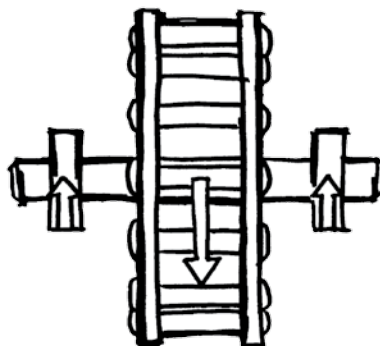
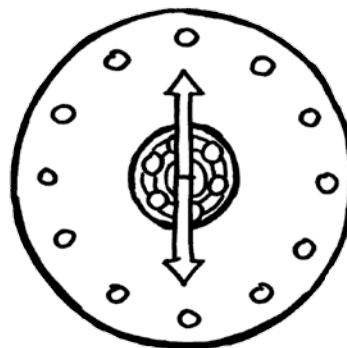
ÚKOL:



Otevřete si badatelský zápisník a přeložte to, co už víte o setrvačnicku ve vesmíru, do vědeckého jazyka!



Držíme vám palce!



- > Pokud si formulací nejste jistí a přece jen chcete sáhnout pro malou nápovědu, pokračujte na kartu.....
- > Pokud se vám podařilo správně formulovat první Newtonův zákon, pokračujte na kartu

53

54

ZÁKON SETRVAČNOSTI

ÚKOL:

Pokud potřebujete s formulováním zákona setrvačnosti trochu pomoci, je to úplně v pořádku!



Pro pomoc sáhněte do badatelského zápisníku. Tam s pomocí slovníku „vědečtiny“ (karta 50) vyřešte doplňovačku.



> Pokud jste v badatelském zápisníku správně vyřešili doplňovačku, jistě zvládnete sami formulaci zákona setrvačnosti!
Vraťte se tedy na kartu

52

ZÁKON SETRVAČNOSTI

PŘEČTĚTE SI:



Gratulujeme! Pokud jste zde, znamená to, že se vám podařilo správně formulovat zákon setrvačnosti.

*Těleso setrvává v klidu,
nebo v rovnoměrném pohybu,
pokud na něj nepůsobí žádná síla.*



- > Pokud se nyní chcete pustit do zákona síly, pokračujte na kartu.....
- > Pokud se chcete pokusit o formulaci zákona akce a reakce, pokračujte na kartu

59

67

ZÁKON SETRVAČNOSTI

PŘEČTĚTE SI:



Nyní si připomeneme Newtonův zákon setrvačnosti:

*Těleso setrvává v klidu,
nebo v rovnoměrném pohybu,
pokud na něj nepůsobí žádná síla.*



ÚKOL:

Zkontrolujte si, že zákonu setrvačnosti dobře rozumíte.

Odpovězte na otázky v badatelském zápisníku a odpovědi запиšte.



> Pokračujte na kartu

56

ZÁKON SETRVAČNOSTI A FYZIKÁLNÍ VZTAH

PŘEČTĚTE SI:



Zákon setrvačnosti může znít i takto:

*Pokud na těleso nepůsobí žádná síla,
těleso buď setrvává v klidu,
nebo setrvává v neměnném pohybu.*



ÚKOL:



Pokuste se zapsat zákon setrvačnosti do symbolů. Můžete se o to pokusit samostatně nebo s nápovědou. **Výsledný vztah v symbolech запиšte do badatelského zápisníku.**



- > Pokud se vám podařilo zapsat zákon setrvačnosti do fyzikálního vztahu, pak pokračujte na kartu.....
- > Pokud chcete s přepisem do fyzikálního vztahu pomoci, pokračujte na kartu.....

58

57

57

VZTAH PRO SETRVAČNOST

ÚKOL:



Rozhodli jste se, že chcete s překladem věty do vzorce trochu pomoci. To je úplně v pořádku!

Otevřete si badatelský zápisník a vyřešte doplňovačku.

(Na pomoc si můžete vzít seznam symbolů z karty 64.)



> Pokračujte na kartu

58

58

ZÁKON SETRVAČNOSTI A FYZIKÁLNÍ VZTAH

PŘEČTĚTE SI:



Dokázali jste to! Zapsali jste vztah popisující zákon setrvačnosti! Nyní lze říci, že rozumíte zákonu setrvačnosti z větší části.

$$F = 0 \Rightarrow v = \text{konst.}$$

Vztah, který jste zapsali, **však** odpovídá tomu, jak by se choval setrvačnick ve vesmíru nebo ve vakuu. Neodpovídá **však** tomu, jak se chová setrvačnick tady na Zemi.

Víme, že všechny objekty na Zemi jsou stále vystaveny působení gravitační síly. Na Zemi tedy neexistuje stav, kdy na těleso nepůsobí žádná síla, vždy působí alespoň jedna - gravitace.

K čemu nám tedy je takový vztah, který sice platí ve vesmíru, nebo ve vakuu, ale neplatí na Zemi?



> Pro odpověď pokračujte na kartu.....

99

59

ZÁKON SÍLY

ÚKOL:



Nyní si zopakujte experiment z předchozí herní knihy. Nechte padat zavěšené jablko na „stromojeřábu“. Sledujte a připomeňte si, co se děje.

ÚKOL:



Otevřete si badatelský zápisník a doplňte chybějící slova ve větách, shrnujících to, co už víme o síle a zrychlení.

Nyní je čas formulovat zákon síly, jak by jej formuloval Newton.



- > Pokud si na to troufáte sami a bez pomoci, pokračujte na kartu.....
- > Pokud chcete s formulováním pomoci, pokračujte na kartu.....

60

61

ZÁKON SÍLY

PŘEČTĚTE SI:



Pojďme si shrnout, co už víme díky pozorování zpomaleného pádu jablka zavěšeného na „stromojeřábu“:

- Na Zemi působí stále a na všechno gravitace – působí tedy i na jablko a setrvačník.
- Když jablko padá, zrychluje, protože ho přitahuje gravitační síla Země.
- Setrvačník je s jablkem spojený provázkem – když jablko padá, setrvačník se roztáčí. Čím rychleji padá jablko, tím rychleji se točí setrvačník.
- Po dopadu jablka se setrvačník zpomaluje – působí na něj zejména tření v ložiskách a také odpor vzduchu.

ÚKOL:



Je čas formulovat zákon síly. Pojďme na to!



Otevřete si badatelský zápisník a přeložte to, co už víte o síle a zrychlení, do vědeckého jazyka!

Držíme vám palce!



- > Pokud potřebujete s formulováním zákona síly trochu pomoci, pokračujte na kartu.....
- > Pokud jste do badatelského deníku správně zapsali zákon síly, pokračujte na kartu.....

61

62

61

ZÁKON SÍLY

ÚKOL:

Rozhodli jste se, že chcete s formulováním zákona síly trochu pomoci. To je úplně v pořádku!



S pomocí našeho slovníku „vědečtiny“ (karta 50) vyřešte doplňovačku v badatelském zápisníku.



> Nyní již určitě zvládnete formulaci zákona síly, pokračujte na kartu.....

60

ZÁKON SÍLY

PŘEČTĚTE SI:



Gratulujeme! Zformulovali jste správně zákon síly!

*Pokud na těleso působíme silou,
těleso mění rychlost svého pohybu.
Těleso zrychluje nebo zpomaluje.*

ÚKOL:



Nyní se ujistěte, že všichni ve skupině rozumíte tomuto zákonu. Je vaším společným úkolem, aby každý z vás rozuměl zákonu síly opravdu dobře. Postarejte se jeden o druhého a vzájemně si vysvětlete to, čemu nerozumíte. Pokud je to nad vaše síly, poproste o pomoc vaše vyučující.



- > Pokud jste ještě neformulovali zákon akce a reakce, pokračujte na kartu 67
- > Již jste formulovali zákon setrvačnosti i zákon akce a reakce. Opravdu? Pak je čas seznámit se s veličinami. Pokračujte na kartu 88

FYZIKÁLNÍ VZTAHY

PŘEČTĚTE SI:



Nyní již známe pohybové zákony, víme, co to jsou veličiny. Můžeme přistoupit k dalšímu kroku. Budeme se snažit **zapsat pohybové zákony do fyzikálních vztahů**.

Co to je fyzikální vztah?

Fyzikální vztah je **matematické vyjádření fyzikálního zákona** nebo pravidla. Někdy jej nazýváme též fyzikální rovnicí.

Fyzikální veličiny zapisujeme do fyzikálních vztahů jejich **symboly** (značkami), vztahy a operace mezi nimi zapisujeme pomocí **operátorů** (symboly operací).

Z fyzikálního vztahu lze odvodit vztah pro výpočet kterékoliv veličiny, která je v tomto fyzikálním vztahu obsažena.

Pokud je ve vztahu veličina, jejíž hodnotu neznáme, a zároveň známe hodnoty všech ostatních veličin obsažených ve vztahu, můžeme hodnotu neznámé veličiny vypočítat.

Příklady fyzikálních vztahů:

$$F_1 + F_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad F_1 = -F_2$$

veličina síla operátor sčítání veličina síla operátor rovnosti číselná hodnota

$$F = a \cdot m \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m}$$

veličina síla operátor rovnosti veličina zrychlení operátor násobení veličina hmotnost



> Pokračujte na kartu

64

SYMBOLY FYZIKÁLNÍCH VELIČIN

PŘEČTĚTE SI:



Každá fyzikální veličina má svůj název, svou značku (symbol) a měrnou jednotku. V následující tabulce jsou veličiny, s kterými jste se již setkali, a jejich značky, které se používají ve fyzikálních vztazích.

Značka	Veličina
F	síla (Force)
v	rychlost (velocity)
m	hmotnost (mass)
a	zrychlení (acceleration)

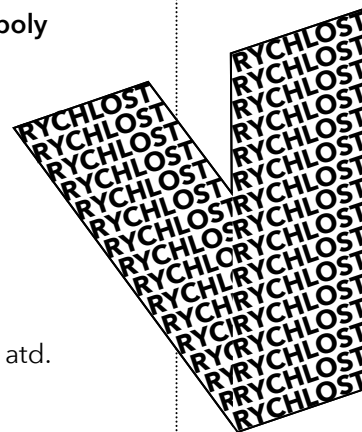


- > Pokud jste na této kartě podruhé a pouze si opakujete symboly veličin, vraťte se nyní na kartu, odkud jste přišli (57, 80).
- > Pokud jste však na této kartě poprvé, pokračujte dále k úkolu.

ÚKOL:



Otevřete si badatelský zápisník a pohrajte si se značkami fyzikálních veličin, které znáte. Vytvarujte písmeno symbolu opakovaným použitím názvu veličiny, kterou označuje. Buďte kreativnější než my a hrajte si s velikostí písmen, jejich sklonem atd.



- > Pokračujte na kartu

65

SYMBOLY OPERÁTORŮ

PŘEČTĚTE SI:



Seznamte se s některými symboly, které slouží k zápisu fyzikálních vztahů

Symbol	Význam
=	je rovno / je stejné jako / má stejnou hodnotu jako
\Rightarrow	z toho plyne / jestliže..., pak...
0	nula / žádný / nulový / neexistuje / nepůsobí
konst.	nemění se / je stále stejné / je konstantní
Σ	součet všech / sečteno od... do... / celkový součet

Aritmetické operace zapisujeme do fyzikálních vztahů pomocí **aritmetických operátorů**, které znáte již z matematiky:

Symbol	Význam
+	operátor sčítání, plus, a, přičteme
-	operátor odečítání, minus, bez, odečteme
• nebo \times nebo operátor nepíšeme	operátor násobení, krát ($a \times m = a \cdot m = am$)
/	operátor dělení, lomeno, děleno
()	závorky slouží k vyznačení priority operací



> Pojdme nyní značky a symboly, s kterými jsme se seznámili, použít v praxi. Pokusíme se pomocí nich zapsat fyzikální vztah pro zákon setrvačnosti.
Pokračujte na kartu

66

ZÁKON SÍLY

PŘEČTĚTE SI:



Připomeňme si nyní zákon síly.

*Pokud na těleso působíme silou,
těleso mění rychlost svého pohybu.
Těleso zrychluje nebo zpomaluje.*



ÚKOL:



Na jaké otázky tento Newtonův zákon odpovídá?
Zapište tyto otázky do svého badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

70

AKCE A REAKCE

ÚKOL:



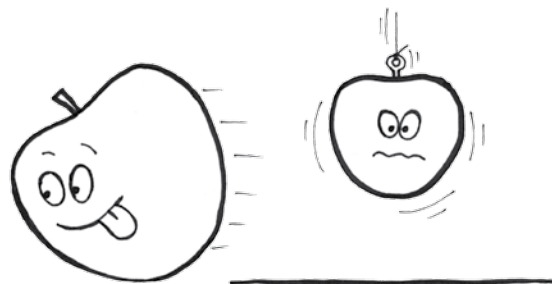
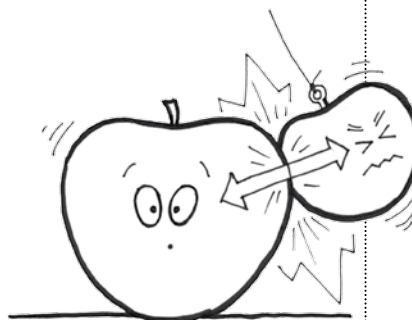
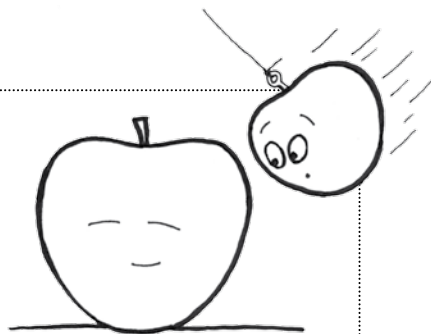
V herní knize 2 jsme důkladně pozorovali, co se děje, když se jablko houpe na houpačce a narazí do druhého.

Můžete si experiment zopakovat a pozorování si připomenout.

Přišel čas přeložit pozorování do vědeckého jazyka.



Otevřete si badatelský zápisník a pusťte se do překladu. Vše запиšte.



> Pokračujte na kartu

68

ZÁKON AKCE A REAKCE

ÚKOL:



Otevřete si badatelský zápisník a zakroužkujte správné odpovědi.

PŘEČTĚTE SI:



Zákon akce a reakce říká, že když na něco působíš silou, tak to něco působí zpátky taky silou, která je stejně veliká, avšak působí opačným směrem. Zákon tedy zní:

*Každá akce vyvolává reakci,
která je stejně veliká,
avšak opačně orientovaná.*

Abychom se mohli podrobněji zabývat zákonem akce a reakce a souvislostmi mezi všemi pohybovými zákony, je třeba, abychom věděli, co to jsou fyzikální veličiny a seznámili se s některými z nich. Pokračujte dle rozcestníku.



- > Pokud jste se tedy ještě nepokusili o formulaci zákona síly, pokračujte na kartu
- > Již máte za sebou formulaci zákona setrvačnosti i zákona síly. Opravdu? Pak je čas seznámit se s veličinami. Pokračujte na kartu

59

88

69

AKCE A REAKCE ZPOMALENĚ

PŘEČTĚTE SI:



Už víme, že každá akce má reakci. Také víme, že působí-li jedno těleso (třeba jablko) silou na druhé těleso (třeba druhé jablko), tak to druhé těleso působí silou na to první.

Stále však ještě neznáme odpověď na otázku:

Jak velkou silou ta dvě jablka nebo jiná tělesa na sebe působí?

Zkusíme si nejdříve odpovědět na související otázku:

Kdy (v kterém okamžiku) na sebe jablka vzájemně působí silou?

Zřejmě znáte odpověď, přesto se vraťme k našemu pokusu s jablíčky.

ÚKOL:



Nachystejte si jablka k pokusu a připravte si tablet, abyste mohli pohotově pořádit videozáznam. **Zachyťte obě varianty pokusu do videozáznamu, tedy náraz velkého jablka do malého a obráceně.**

Pak si video prohlédněte ve zpomalení.



Až nyní odpovězte na otázku, kdy na sebe jablíčka vzájemně působí silou, a odpověď si zapište do badatelských zápisníků.



> Pokračujte na kartu

82

SÍLA A ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Jsou mezi vašimi otázkami tyto?

- Co se děje, pokud na těleso působí síla?
- Jak působení síly ovlivňuje pohyb tělesa?
- Jak síla ovlivňuje rychlost pohybu tělesa?

ÚKOL:



A jaké jsou odpovědi na tyto otázky podle Newtonova zákona?
Zaznamenejte odpovědi do svého badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

71

71

SÍLA A ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Toto jsou odpovědi na otázky z předcházející karty podle Newtonova zákona pohybu a síly:

- *Co se děje, pokud na těleso působí síla?*
Pokud na těleso působí **síla**, těleso mění **rychlost** svého pohybu.
- *Jak působení síly ovlivňuje pohyb tělesa?*
Těleso v důsledku působení **síly** mění **rychlost** svého pohybu.
- *Jak síla ovlivňuje rychlost pohybu tělesa?*
Následkem působení **síly** těleso **zrychluje** nebo **zpomaluje**.

Síla, **rychlost** a **zrychlení** jsou fyzikální veličiny. Jejich velikost a směr můžeme změřit nebo vypočítat. Velikost každé veličiny vyjadřujeme číselně v měrných jednotkách.



- > Pokud si chcete připomenout, co jsou veličiny, podívejte se ještě jednou na kartu
- > V opačném případě pokračujte přímo na kartu

88

72

JEDNOTKY

PŘEČTĚTE SI:



Odpovědi na otázky, které se ptají na přesnou velikost veličin, by měly obsahovat číselnou hodnotu s **jednotkou**, v níž danou veličinu měříme. Samotná číselná hodnota bez měrné jednotky neříká nic o velikosti dané veličiny. Je to stejné, jako bychom odpovídali následovně:

- *Jak dlouhý je stůl -- Dva.*
Z odpovědi není jasné, zda 2 metry, 2 kroky, 2 milimetry, ...).
Je to stejné, jako bychom odpověděli: *Stůl je docela dlouhý.*
- *Kolik váží kniha? -- Aní moc ne.*
- *Jak dlouho trvá cesta? -- Docela dost dlouho.*
- *Jak rychle se točí setrvačnick? -- Celkem pomalu.*
- *Jak rychle letí astronautka vesmírem? -- Rychle.*

Jistě se shodneme na tom, že tyto odpovědi moc užitečné nejsou. Ke konkrétním číslům musíme tedy uvést jednotku. Například délku měříme v metrech (m), hmotnost v kilogramech (kg), čas v sekundách (s) či minutách (min) atd. Správné odpovědi tedy zní:

- *Jak dlouhý je stůl? -- 2 metry*
- *Kolik váží kniha? -- 0,5 kilogramu*
- *Jak dlouho trvá cesta? -- 30 minut*
- *Jak rychle se točí setrvačnick? -- 1 otáčku za 1 sekundu*
- *Jak rychle letí kosmonautka vesmírem? -- 7 kilometrů za 1 sekundu*



> Pokračujte na kartu

JEDNOTKA SÍLY NEWTON



A co když nás zajímá veličina síla? Kolik síly? Jak velká je síla? Jak velkou silou nás k Zemi přitahuje zemská gravitace?

Velikost síly měříme v jednotkách Newton. Odpovědí na otázku, jak velká je síla, je tedy číselná hodnota, k níž připojujeme jednotku Newton (N).

Zatímco si umíme představit 1 metr, 1 kilogram, 1 minutu či 1 sekundu, představit si 1 Newton není tak samozřejmé.

ÚKOL:



Pokus se pomocí tabletu zjistit, jak si můžeme představit sílu o velikosti 1 Newton. Už to máš?

Pokud je tvá představa správná, odpovídá přibližně té naší:

Představ si, že máš tabulku čokolády, která váží 0,1 kilogramu (0,1 kilogramu = 100 gramů). 1 Newton je přibližně síla, kterou je tato čokoláda přitahována k Zemi. Aby tabulka čokolády nepadla na zem, musí ji tvoje ruka podpírat proti zemské přitažlivosti stejně velkou silou.



A teď si představ, že držíš v ruce 1 kilogram mouky.

- Jakou silou je k Zemi přitahovaný 1 kilogram (1 kilogram = 1000 gramů) mouky?
- A jakou silou musí působit tvoje ruka, aby mouku udržela?

Odpověď poznačte do badatelského zápisníku.



- > Pokud se chcete více dozvědět o jednotkách a mezinárodní soustavě jednotek, pokračujte na kartu
- > V opačném případě si chvíli odpočítejte a pak pokračujte na kartu

74

75

FYZIKÁLNÍ JEDNOTKY, SOUSTAVA SI

PŘEČTĚTE SI:



Velikost každé fyzikální veličiny se vyjadřuje číslem a její měrnou jednotkou. Jednotky používané u nás jsou součástí mezinárodní soustavy jednotek, která se označuje SI. Základem systému SI jsou základní jednotky.

Základních jednotek je sedm. My budeme potřebovat tři z nich:

m (metr, jednotka délky), **kg** (kilogram, jednotka hmotnosti), **s** (sekunda, jednotka času). Pro úplnost uvedeme ty zbývající: **A** (ampér, jednotka elektrického proudu), **K** (kelvin, jednotka termodynamické teploty), **mol** (mol, jednotka látkového množství), **cd** (kandela, jednotka svítivosti).

Ze základních jednotek se odvozují všechny jednotky ostatní. Odvozené jednotky používané běžně v praxi se označují jako **hlavní jednotky**. Tady jsou příklady některých z nich: **m/s** (metr za sekundu, jednotka rychlosti překonání vzdálenosti), **N** (newton, jednotka síly), **Pa** (pascal, jednotka tlaku), **J** (joule, jednotka práce) atd.

Každou odvozenou jednotku lze vyjádřit pomocí základních jednotek. Tzv. rozměr odvozené jednotky vychází z matematického vztahu pro výpočet dané veličiny. Příklady:

rychlost $v = s(\mathbf{m}) / t(\mathbf{s}) \Rightarrow$ jednotka rychlosti je $\mathbf{m/s = ms^{-1}}$

zrychlení $a = v(\mathbf{m/s}) / t(\mathbf{s}) \Rightarrow$ jednotka zrychlení je $\mathbf{m/s^2 = ms^{-2}}$

síla $F(\mathbf{N}) = m(\mathbf{kg}) \cdot a(\mathbf{m/s^2}) \Rightarrow$ rozměr N je $\mathbf{kgm/s^2 = kgms^{-2}}$

K základním a hlavním jednotkám existují **jednotky násobné a dílčí**, které jsou jejich násobky nebo díly. Názvy těchto jednotek odvozujeme pomocí předpon: **k-** (kilo-, 1000násobek), **h-** (hekto-, 100násobek), **d-** (deci-, desetina), **c-** (centi-, setina), **m-** (mili-, tisíciná).

Příklad násobných a dílčích délkových jednotek:

km (kilometr, 1 km = 1000 m), **m** (metr, základní jednotka),

cm (centimetr, 1 cm = 1/100 m), **mm** (milimetr (1 mm = 1/1000 m)



> Pokračujte na kartu

75

VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



Připomeňte si výslednici sil. Pokud stojíš a držíš v ruce mouku, mouka se nehýbe, je v klidu. Je to proto, že výslednice sil působících na ni, je nulová. Které síly tedy působí na pytlík s moukou, když jej držíme v ruce? Víme, že mouku přitahuje k Zemi gravitační síla F_{grav} . A tvoje ruka musí proti ní vynaložit stejně velkou sílu, aby mouka nespadla na zem.

Výslednice sil působících na mouku je:

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_{\text{grav}} - \mathbf{F}_{\text{ruky}}$$

Velikost gravitační síly přitahující mouku k Zemi je přibližně 10 Newtonů, stejně velká je síla, kterou vynaloží tvoje ruka proti gravitační síle. Po dosazení číselných hodnot do předchozího vztahu dostáváme:

$$\mathbf{F} = \underset{\substack{\text{gravitační} \\ \text{síla}}}{10 \text{ N}} - \underset{\substack{\text{síla} \\ \text{ruky}}}{10 \text{ N}} = 0 \text{ N}$$

PŘEMÝŠLEJTE:



Už si umíte představit, jak asi velké síly jsou 1 Newton a 10 Newtonů.

- Umíte si ale představit, kolik síly je 100 Newtonů a 1000 Newtonů?
- Dokáže člověk udržet předmět přitahovaný k Zemi silou 100 Newtonů a 1000 Newtonů?
- Jaká je hmotnost (kolik váží) předmětu přitahovaného k Zemi silou 100 Newtonů a 1000 Newtonů?



Své myšlenky si запиšte do svých badatelských zápisníků.



> Pokračujte na kartu

76

76

VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



Vepř o hmotnosti 100 kg je k Zemi přitahován silou téměř 1000 Newtonů. Pokud bychom chtěli vepře udržet nad Zemí, musel by být silákem či siláčkou držen silou 1000 Newtonů proti gravitační síle.

Držený vepř nyní visí v klidu ve vzduchu, má nulovou rychlost, protože výslednice sil na něj působící je nulová.

Platí tedy:

$$F_{\text{grav}} - F_{\text{ruky}} = 1000 \text{ N} - 1000 \text{ N} = 0$$

Čteme síla gravitace mínus síla ruky je nula.

Obecnější zápis tohoto vztahu pak vypadá následovně:

$$\sum F = 0$$

Čteme suma všech sil (součet všech sil) je nula.

Znak Σ pro označení sumy je velké řecké písmeno sigma.

Dále můžeme pomocí symbolů zapsat:

$$\sum F = 0 \Rightarrow v = \text{konst.}$$

ÚKOL:



Otevřete si badatelský zápisník a přepište slovně poslední vztah do věty.



> Pokračujte na kartu



77

ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Představte si, že na Zemi je stokilový vepř připoután na vrchol rakety. Stále na něj působí gravitace 1000 Newtonů.

Pak raketa startuje. Zapnou se pohony, které odtlačí raketu od Země (proti gravitaci) silou až 1 800 000 Newtonů. Několikanásobně větší síla rakety jednoznačně vítězí nad silou gravitace. Vepř stoupá s raketou a s každou sekundou je jeho let rychlejší, až mu začnou vlát ouška. Vepřík, stejně jako raketa, zrychluje vzhůru do vesmíru.

Vepř připoutaný k raketě je vystaven působení sil rakety a gravitace. Jejich výslednice je nenulová ve prospěch síly rakety.

Platí tedy:

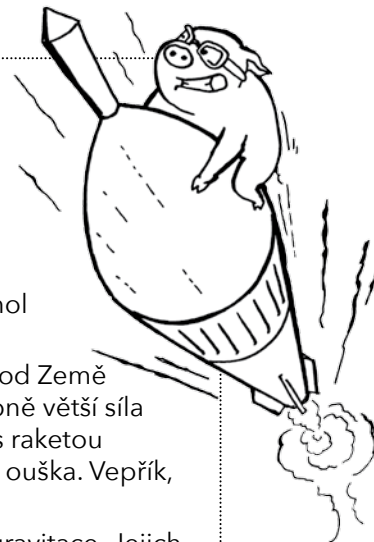
$$\Sigma F \neq 0 \Rightarrow \text{zrychlení}$$



ÚKOL:



Co je to zrychlení? Zkuste si v týmu sdílet, co to je zrychlení, a odpověď, na které se shodnete, si запиšte do svých badatelských zápisníků.



> Pokračujte na kartu

78

78

ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Zkusme nejdříve pochopit, co to je veličina zrychlení.

Zrychlení nám odpovídá na otázku: Jak se mění rychlost tělesa, působí-li na něj síla, jak velká je tato změna? Co to je zrychlení, si můžeme ukázat na pádu jablka z našeho jeřábu.

ÚKOL:



Zopakujme si pokus s pádem jablka z jeřábu. Jablko bude padat z výšky asi 60 cm. Tentokrát však pomyslně rozdělme dráhu pádu na dvě poloviny po 30 cm. Pokusíme se změřit, za jak dlouho jablko urazí dráhu z vrcholu do půli dráhy a jak dlouho bude trvat druhá polovina pádu.

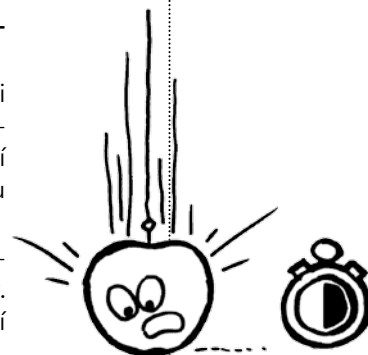
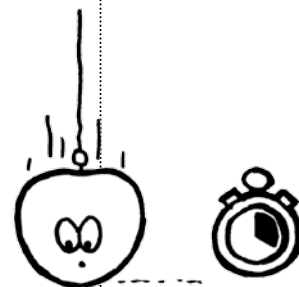
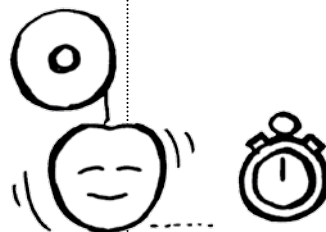
PŘEČTĚTE SI:



Zjistíme, že **druhá polovina pádu trvá kratší dobu, než ta počáteční. Proč tomu tak je?**

Je to proto, že vlivem gravitace jablko padá k Zemi rychleji a rychleji. Jeho rychlost se zvětšuje rovnoměrně s časem, za každou sekundu naroste o stejnou hodnotu, tzv. **zrychlení**. Zrychlení je fyzikální veličina. Číselně je rovno změně rychlosti za časovou jednotku.

Pokud známe velikost zrychlení a délku dráhy, umíme vypočítat dobu pádu i výslednou rychlost v kterémkoliv místě dráhy. Dokonce bychom mohli vypočítat, jak dlouho bude trvat první i druhá polovina pádu jablka.



> Pokračujte na kartu

79

79

ZRYCHLENÍ VOLNÉHO PÁDU

PŘEČTĚTE SI:



Nyní si představme, že jablko klidně visí na stromě, má tedy nulovou rychlost. V okamžiku, kdy už ho stopka neunese, jablko se utrhne a začne padat zrychleným pohybem k zemi. Tomuto pohybu říkáme **volný pád**.

Pojďme si vypočítat, jakou rychlost bude jablko mít v okamžiku, když dopadne na zem. Předpokládejme, že dráha pádu je 60 cm, tedy stejná jako při pádu z jeřábu. V tomto případě však jablko již nebude brzděné setrvačnickem jako v předchozím pokusu.

Vlivem gravitační síly narůstá rychlost padajícího jablka každou sekundu zhruba o $10 \text{ m/s} = 10 \text{ ms}^{-1}$. Změna rychlosti za časovou jednotku je **zrychlení**. Hodnota zrychlení je tedy $(10 \text{ m/s})/\text{s} = 10 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ ms}^{-2}$.

Jaké rychlosti jablko dosáhne? Po první sekundě letu bude jeho rychlost přibližně 10 m/s ; s každou další sekundou rychlost naroste o dalších 10 m/s . Po druhé sekundě bude tedy rychlost jablka přibližně 20 m/s , po třetí přibližně 30 m/s , ...

Nyní je čas vrátit se zpátky k čokoládě a prasátku.



> Pokračujte na kartu

80

GRAVITACE A ZRYCHLENÍ

PŘEČTĚTE SI:



Připomeňme si, kolik síly potřebujeme na to, abychom vyrovnali sílu gravitace, jež přitahuje objekty různé hmotnosti k Zemi:

- aby na zem nepadlo 0,1 kg (= 100 g) čokolády, potřebujeme sílu 1 N,
- abychom udrželi v ruce 1 kg mouky, potřebujeme 10 N,
- abychom udrželi 10kilogramový pytel brambor; potřebujeme 100 N,
- abychom nadzvedli stokilového vepře; potřebujeme 1000 N,
- připomeňme si také, co se děje, když působíme silou větší než síla gravitace. Vzpomeňte si na zrychlující raketu i s prasátkem, která odlétá pryč od Země

PŘEMÝŠLEJTE:



Jaké veličiny mají vliv na změnu rychlosti (na zrychlení nebo zpomalení tělesa)?



- > Pokud potřebujete nápovědu, najdete ji na kartě
- > V opačném případě pokračujte na kartu.....

64

81

VZTAH ZRYCHLENÍ, HMOTNOSTI A SÍLY

PŘEČTĚTE SI:



Víme, že působí-li síla F na těleso hmotnosti m , těleso se ve svém pohybu zrychluje nebo zpomaluje, tj. mění svou rychlost. Změna rychlosti za časovou jednotku se jmenuje **zrychlení**, jeho fyzikální označení je a .

- **Větší síla uvede těleso o hmotnosti m do pohybu rychleji, než síla menší.** Uvést rychleji do pohybu znamená udělit větší zrychlení. Čím rychleji chceme těleso o hmotnosti m uvést do pohybu, tím větší sílu potřebujeme.
- **Těleso menší hmotnosti bude silou F uvedeno do pohybu rychleji než těleso větší hmotnosti.** Síla F tedy udělí lehčímu tělesu větší zrychlení než tělesu těžšímu. Čím lehčí je těleso, tím větší zrychlení mu síla F udělí.
- Předcházející dva body můžeme shrnout následovně. Čím větší je hmotnost tělesa a čím většího zrychlení chceme dosáhnout, tím větší sílu je třeba vynaložit. **Potřebná velikost síly je tedy přímo úměrná hmotnosti tělesa, na které působí, a velikosti jeho zrychlení.** Čím větší síla působí na těleso, tím větší zrychlení mu udělí. Čím větší je hmotnost tělesa, tím menší je jeho zrychlení. **Zákon síly** můžeme tedy doplnit:

Pokud na těleso působíme silou, těleso mění rychlost svého pohybu – zrychluje nebo zpomaluje. Zrychlení tělesa je přímo úměrné síle, která na něj působí, nepřímo úměrné jeho hmotnosti.



ÚKOL:



Před vámi nyní stojí náročný úkol. Pokuste se zapsat fyzikální vztah pro zákon síly, tj. vztah pro výpočet zrychlení a tělesa hmotnosti m , na které působí síla F . Zapište vztah do svého badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

92



AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Jablka na sebe vzájemně působí silami v době, kdy jsou spolu v kontaktu. Doba nárazu trvá velmi krátce. Před nárazem a po nárazu můžeme na nich sledovat účinky působení různých sil (jako třeba účinky síly gravitační, účinky síly z nárazu, ale také tření jablka, které stojí na plošině). Avšak vzájemně na sebe jablka působí jen v momentě vzájemného kontaktu - **to je moment akce a reakce mezi jablky.**

Co se děje v momentě kontaktu?

Letící jablko, které naráží do stojícího jablka, se nárazem zbrzdí. Stojící jablko účinkem nárazu zrychluje. Letící jablko tlačí na stojící jablko a to stojící zbrzdí to letící. Letící jablko stojící jablko vždy odrazí. Letící velké jablko odrazí to malé snadno. Malé letící jablko sice odrazí to velké, ale účinkem nárazu ztratí rychlost a téměř se zastaví.

ÚKOL:



Přemýšlejte o tom, co se děje během okamžiku, kdy jsou spolu dvě jablíčka v kontaktu. Odhadněte, jak velkými silami na sebe jablka vzájemně působí v momentě rázu, kdy mezi nimi probíhá akce a reakce. Váš odhad nemusí být číslo. Spíše nás zajímá, zda na sebe jablka ve chvíli kontaktu působí různě, nebo stejně velkými silami.

Své úvahy si poznačte do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

83

VZTAH AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Jablka na sebe ve chvíli nárazu působí stejně velkými silami opačného směru.

Působí-li jedno těleso silou na druhé, reaguje druhé stejně velkou silou opačného směru na to první.

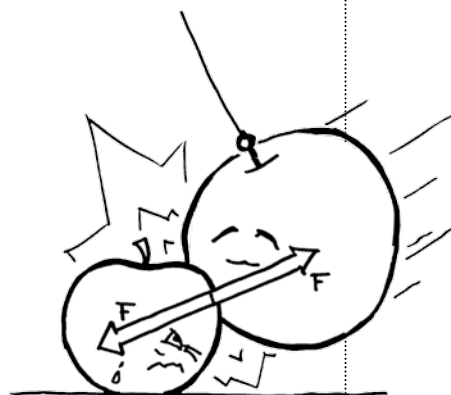
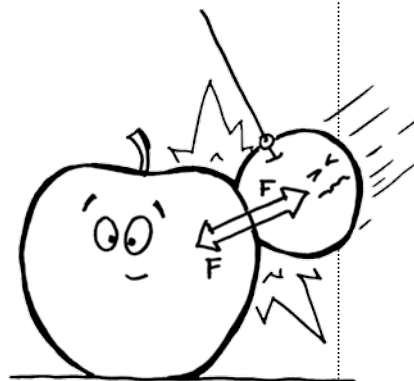
Narazí-li tedy velké jablko do malého silou F , reaguje v okamžiku nárazu malé jablko stejně velkou silou, avšak opačně orientovanou. Platí tedy:

$$F_{\text{velké}} = F_{\text{malé}}$$

A platí to i obráceně, když narazí malé jablko do velkého:

$$F_{\text{malé}} = F_{\text{velké}}$$

A nyní se budeme snažit prozkoumat to a pochopit.



> Pokračujte na kartu

84

VZTAH AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Co by se dělo, kdyby houpající jablko do ničeho nenarazilo? Neztratilo by žádnou rychlost a houpalo by se déle.

Když ale houpající se jablko narazí do druhého jablka, účinkem vzájemné srážky se změní rychlost obou jablek.

PŘEMÝŠLEJTE:



Najděte důkaz ve vašich zpomalených videích.

Porovnejte průběhy obou srážek - velkého jablka do malého jablka do velkého.



Své odhady zapište do badatelského zápisníku.



> Pokračujte na kartu

85

VZTAH AKCE A REAKCE

ÚKOL:



Otevřete své badatelské zápisníky a zkuste spočítat, jak vzájemná srážka jablka zrychlí nebo zpomalí.

- Víme, že jablíčka na sebe působí stejnou silou F . Předpokládejme, že v našem pokusu to bude síla o velikosti asi 10 N.
- Hmotnost jablíček je různá (předpokládejme 0,1 kg to malé a 0,2 kg to velké)
- **Zrychlení každého jablíčka účinkem nárazu bude jiné!**

Při výpočtu zrychlení každého jablíčka vyjdeme ze zákona síly:

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



> Podařilo se vám spočítat, jak jablka zrychlí nebo zpomalí?
Pokud ano, pokračujte na kartu

86

VZTAH AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Nyní si do vztahu pro výpočet zrychlení dosadíme číselné hodnoty síly F a hmotnosti m a vypočítáme zrychlení a velkého a malého jablka. Při výpočtu je třeba dodržet konvenci v používání jednotek. Velikost síly dosadíme v jednotkách Newton (N), hmotnost v kilogramech (kg). Výsledné zrychlení bude v jednotkách m/s^2 .

Na obě jablka působí stejně veliká síla 10 N.

1. Hmotnost malého jablka je 0,1 kg. Zrychlení malého jablka tedy bude:

$$a = \frac{F}{m_{\text{malé}}} = \frac{10 \text{ (N)}}{0,1 \text{ (kg)}} = 100 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Malé jablko má zrychlení 100 m/s^2 .

2. Hmotnost velkého jablka je 0,2 kg. Zrychlení velkého jablka tedy bude:

$$a = \frac{F}{m_{\text{velké}}} = \frac{10 \text{ (N)}}{0,2 \text{ (kg)}} = 50 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Velké jablko má zrychlení 50 m/s^2 .



ÚKOL:



Zkuste vlastními slovy shrnout a zapsat do svých badatelských zápisníků, co z výpočtu plyne.



> Pokračujte na kartu

87

VZTAH AKCE A REAKCE

PŘEČTĚTE SI:



Už víme, že:

Síly, kterými na sebe tělesa (jablka) působí v průběhu akce a reakce, jsou stejně velké a mají opačný směr.

A jaké účinky mají stejné síly opačného směru navzájem?

- Menší jablíčko zrychlí (nebo zpomalí) víc, protože má menší hmotnost.
- Větší jablko reaguje pomaleji, protože má větší hmotnost, tedy i větší setrvačnost.

neboli

Zatímco velké těleso se více „brání změně pohybu, tedy zrychlení“, malé těleso změní svůj pohybový stav mnohem ochotněji a „rozjede“ se více než těleso velké.

Jisté je, že při nárazu velkého jablka do malého platí:

$$F_{\text{velké}} = F_{\text{malé}}$$

A také je jisté, že při nárazu malého jablka do velkého opět platí:

$$F_{\text{malé}} = F_{\text{velké}}$$

I když síla je stejně veliká, má na jablka různé hmotnosti různé účinky - každé z jablíček bude jinak zrychleno nebo zpomaleno.



> **Zakončete svou práci v herní knize na kartě.....**

90



FYZIKÁLNÍ VELIČINY

PŘEČTĚTE SI:



Abychom mohli zapisovat pohybové zákony do fyzikálních vztahů, měli bychom vědět, co to je **fyzikální veličina**, a měli bychom znát ty potřebné.

Veličina je vlastnost hmoty, tělesa či jevu, která se dá měřit a jejíž velikost lze vyjádřit číselnou hodnotou a měrnou jednotkou. **Každá veličina má název, značku (symbol) a měrnou jednotku.**

Příklady některých fyzikálních veličin, jak se na ně ptáme a jaká je odpověď:

Veličina	Symbol	Jednotka (zkratka)	Dotaz na veličinu	Odpověď
délka (výška, šířka, ...)	<i>l</i>	metr (m)	Jak dlouhé? „Jak dlouhý je stůl?“	1,5 m
hmotnost	<i>m</i>	kilogram (kg)	Kolik váží? „Jakou hmotnost má kniha?“	0,5 kg
čas (trvání, doba, ...)	<i>t</i>	sekunda (s)	Jak dlouho? „Jak dlouho trvá cesta?“	35 s
rychlost	<i>v</i>	metr za sekundu m/s	Jak rychle? „Jak rychle letí raketa vesmírem?“	8 000 m/s



ÚKOL:



Vymyslete další 4 otázky na veličiny. Co nejpřesněji na ně odpovězte (změřte, spočítejte, odhadněte). Vše zapište do badatelského zápisníku.



- > Pokud jste na této kartě poprvé, pokračujte na kartu
- > Pokud jste na této kartě podruhé a pouze si opakujete, co to jsou veličiny, tak můžete přímo pokračovat na kartu

89

72



VELIČINA SÍLA

PŘEČTĚTE SI:



Newtona nejvíce zajímala veličina, které říkáme **síla**. Symbolem pro sílu je písmeno **F**, jednotkou je **N** (newton). Veličina síla nám odpovídá na otázky:

Otázka	Odpověď?	Veličina
Jak moc je potřeba tlačít nebo táhnout, aby se něco pohnulo? „Jak silně musíme zatáhnout za vrata, aby se otevřela?“		Síla našich svalů (F)
Jak moc něco tlačí nebo táhne nás? „Jak silně nás táhne gravitace k Zemi?“		Síla zemské přitažlivosti (F)
Jak silně nás něco zpomaluje nebo brzdí? „Jak silně nás brzdí odpor vzduchu, když jedeme na kole z kopce?“		Síla odporu vzduchu (F)
Jak silný motor potřebujeme do auta? „Jak velkou sílu musí motor auta vyvinout, se mohlo rozjet?“		Síla motoru auta (F)

Odpovědět na tyto otázky pro nás v tuto chvíli není tak snadné, jako na předchozí kartě. Je to proto, že jsme se ještě neseznámili s jednotkou síly. Brzy se k tomu dostaneme!



ÚKOL:



Zkuste teď vymyslet další 2 otázky o síle a запиšte si je do svého badatelského zápisníku. Zatím na ně nemusíte odpovídat, protože o tom, jak počítat a měřit sílu se budeme učit později.



> Pojdme se seznámit se symboly veličin, které budeme potřebovat pro zápis pohybových zákonů do fyzikálních vztahů. Pokračujte na kartu

63

90

ODPOVĚZTE SI NA SVÉ OTÁZKY

PŘEČTĚTE SI:



Gratulujeme, touto kartou končí herní kniha 3.

Formulovali jste zákony pohybu a síly, jako je formuloval Newton, a sestavili jste vzorce.

POSLEDNÍ ÚKOL:



Vraťte se nyní na kartu 89 v badatelském zápisníku a pokuste se ve zbývajícím čase odpovědět na otázky.

Zkuste to nejdříve sami. Pokud si nebudete vědět rady, můžete požádat o pomoc pana učitele nebo paní učitelku.

91

VZTAH ZRYCHLENÍ A SÍLY

PŘEČTĚTE SI:



Jak rychle by padalo k Zemi volným pádem velké jablko, malé jablíčko, nebo stokilogramový kámen?

Zrychlení 200gramového jablka ($200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$) padajícího k Zemi je:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2 \text{ (N)}}{0,2 \text{ (kg)}} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Zrychlení 100gramového jablka padajícího k Zemi je:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1 \text{ (N)}}{0,1 \text{ (kg)}} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Zrychlení 100kilogramového kamene padajícího k Zemi je:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1000 \text{ (N)}}{100 \text{ (kg)}} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Jablko o hmotnosti 200 g má stejné zrychlení jako jablíčko o hmotnosti 100 g a stejné zrychlení jako stokilogramový kámen. Tomuto zrychlení, jehož původcem je gravitační síla, tedy tíha objektu, se říká gravitační zrychlení.

Čím to je?

Malé i velké jablko padají k Zemi stejně rychle, protože gravitace působí na každý kilogram jejich hmotnosti stejnou gravitační silou.

Přesnější hodnota gravitačního zrychlení je $9,81 \text{ m/s}^2$. Znamená to, že těleso (třeba jablíčko) padající k Zemi zrychlí o $9,81 \text{ m/s/s}$. Pamatujete, jak jablko padající ze stromu postupně nabírá rychlost? Tak to je ono.



> Pokračujte už opět všichni na kartu.....

69

VZTAH ZRYCHLENÍ A SÍLY

PŘEČTĚTE SI:



Sestavit fyzikální vztah pro zrychlení, sílu a hmotnost je výzva. Pokud se vám to podařilo, jste moc dobří! Pokud se vám to nepodařilo, tak nebuďte smutní. Dostali jste opravdu těžký úkol.

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

ÚKOL:



Každý máte 3 minuty na to, co zrovna potřebujete:

Klidně si odpočiňte, nebo pojďte hledat odpověď na otázky:

- Jaké je zrychlení 100gramového jablíčka, které padá k Zemi a nic jej nebrzdí?
- Jaké je zrychlení 200gramového jablka, které padá k Zemi a nic jej nebrzdí?
- A jaké je zrychlení 100kilogramového kamene, který padá k Zemi a nic jej nebrzdí?

Nebo jen naslouchejte spolužákům a spolužačkám, kteří hledají informace a sdílejí.



> Svě výpočty nebo odhady si ověřte na kartě.....

91

93

VÝSLEDNICE SIL A ZÁKON SETRVAČNOSTI

PŘEČTĚTE SI:



Takto vypadá rovnice pro nulovou výslednici sil.

$$\Sigma F = 0$$

A takto vypadá plné znění zákona setrvačnosti:

*Těleso setrvává v klidu
nebo v rovnoměrném pohybu,
pokud na něj nepůsobí žádná síla,
nebo pokud výslednice sil na něj působících
je nulová.*

Toto je vyjádření zákona setrvačnosti ve fyzikálním vztahu.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow v = \text{konst.}$$

ÚKOL:



Postarejte se o to, aby všichni ve skupině rozuměli zákonu setrvačnosti i jeho fyzikálnímu vztahu. Případně požádejte o pomoc s vysvětlením vaše vyučující.

A teď už jistě některé z vás napadlo, co se děje, když výslednice sil nulová není?

$$\Sigma F \neq 0$$



> Skvělá otázka! Odpověď na ni nám přinese zákon síly. Přišel čas sestavit vztah pro zákon síly. Pokračujte na kartu

66

94

NULOVÁ VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



Ve zkratce se tedy dá říct, že setrvačnick je v klidu, protože výslednice sil, které na něj působí, je nulová.

ÚKOL:



Na kartách **51–53** jste úspěšně formulovali část zákona setrvačnosti. Nyní přišel čas ho doplnit o to, co už víte o výslednici sil.

Otevřete si badatelský zápisník a dokončete formulaci zákona setrvačnosti.



> Pokračujte na kartu

93

95

NULOVÁ VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



Z našeho obrázku je jasné, že na každé těleso zde na Zemi působí mnoho různých sil. Vždy působí síla gravitační a pak také další síly.

Takže i na setrvačník (těleso, které je v klidu) působí **gravitační síla** a reakční **síla tlaková**. Označíme je F_{grav} a F_{tlak} .

Zatímco gravitační síla F_{grav} přitahuje setrvačník k Zemi, tak ložiska a konstrukce rychle jej podpírají a tlačí nahoru proti síle gravitační silou F_{tlak} .

Tlaková síla F_{tlak} zabraňuje setrvačniku, aby dopadl na zem. Její velikost odpovídá velikosti **síly gravitační** F_{grav} , působí však proti ní směrem nahoru.

PŘEMÝŠLEJTE:



Jak se tedy stane, že na setrvačník působí gravitační síla, a setrvačník přesto zůstává v klidu?

Je to proto, že proti gravitační síle působí stejně velká reakční síla tlaková. Velikost výslednice těchto dvou sil je rovna jejich rozdílu, tzn. že od gravitační síly odečteme sílu tlakovou. Z toho vyplývá, že hodnota výslednice je nulová.



Troufnete si z této věty sestavit rovnici? Zkuste ji zaznamenat do vašich badatelských zápisníků.



> Pokračujte na kartu

94

NULOVÁ VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



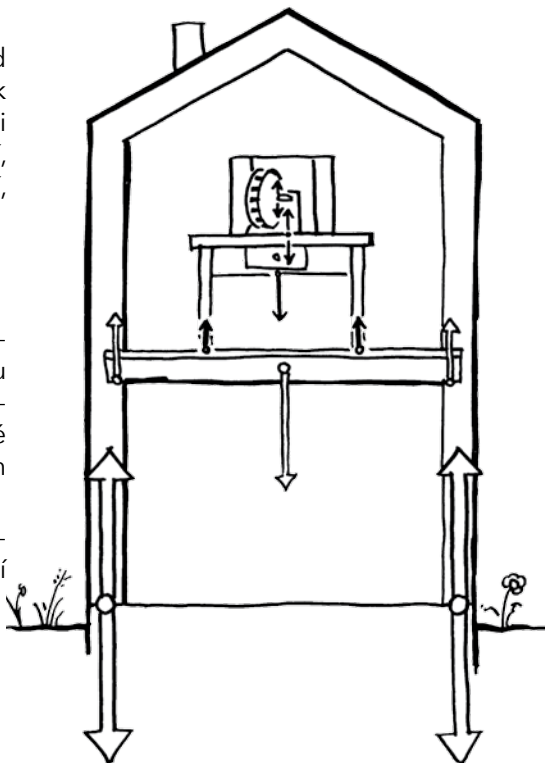
Namalovali jste si obrázek od základů domu až po setrvačnicku a šipkami jste do něj naznačili všechny síly, které: táhnou, tlačí, drží, nadzvedávají, nadlehčují, nesou, přitahují.

ÚKOL:



Kolik silových šipek jste v obrázku nakreslili? Každou šipku označte písmenem F , symbolem pro sílu, doplňte číselné indexy pro odlišení jednotlivých sil (např.: F_3).

V obrázku najdete mnoho působících sil, které z nich působí bezprostředně na setrvačnicku?



> Pokračujte na kartu

95

NULOVÁ VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



Snažíme se odpovědět na otázky:

- Čím to je, že setrvačnick se nehýbe, přestože na něj působí gravitační síla?
- Co jej udržuje v klidu a co brání tomu, aby se dal do pohybu a začal padat směrem k Zemi vlivem gravitace?

Odpověď může být následující:

Setrvačnick je uložený na kovové tyčce. Kovová tyčka je podepřena dřevěnou konstrukcí krychle. Krychle leží na stole. Stůl je podepřen nohami. Nohy stolu jsou opřené o podlahu. Podlaha (například v patře) leží na stropu. Strop je podepřený nosnými zdmi budovy. Nosné zdi budovy jsou podepřené betonovými základy v zemi. Dalo by se jistě ještě pokračovat, ale prozatím nám to bude stačit takto.

(Pokud byste však přemýšleli nad tím, co podpírá betonové základy, byl by to dobrý námět zajímavého rozhovoru s vašimi vyučujícími.)

ÚKOL:



Nyní se podíváme na naši odpověď z pohledu sil - co tlačí, táhne, drží, podpírá. Otevřete svůj badatelský zápisník a zaznačte do obrázku síly.



> Pokračujte na kartu

96

NULOVÁ VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



Připomeneme si náš vztah pro setrvačnost.

$$F = 0 \Rightarrow v = \text{konst.}$$

Náš setrvačnický má nyní tady na Zemi konstantní nulovou rychlost. Je v klidu. Platí tedy:

$$v = 0 = \text{konst.}$$

Zároveň ale víme, že na náš setrvačnický působí minimálně jedna síla - síla gravitační F_{grav} . Nemůžeme tedy říct, že na něj žádná síla nepůsobí.

Pokud by na náš setrvačnický působila jen síla gravitační, tak by podle zákona síly měl setrvačnický padat k Zemi a ve svém pádu zrychlovat. Ale náš setrvačnický se vůbec nehýbe, je v klidu.



PŘEMÝŠLEJTE:



Čím to je? Jak to, že setrvačnický nepadá směrem k Zemi. Jak to, že je v klidu? **Uvažujte o tom, co brání setrvačnickému spadnout. Co jej drží na stejném místě. Svou odpověď si запиšte do badatelského zápisníku.**



> Pokračujte na kartu

99

NULOVÁ VÝSLEDNICE SIL

PŘEČTĚTE SI:



Víme, že na Zemi působí vždy a na všechno gravitační síla. Na Zemi tedy neexistuje stav, kdy na těleso nepůsobí žádná síla.

Přesto, když se rozhlédneme kolem sebe, je kolem nás spousta předmětů, které nejsou v pohybu, ale které jsou v klidu vzhledem ke svému okolí tady na Zemi (samozřejmě všechny předměty se společně se Zemí otáčejí kolem její osy - ale na to nyní zapomeneme).



ÚKOL:

Rozhlédněte se a najděte dva předměty, které jsou v klidu, nepohybují se. Je to tím, že na ně nepůsobí žádné síly? Zamyslete se.



Samozřejmě, že ne.

Zkuste si do svých badatelských zápisníků zaznačit, jaké síly na tyto předměty působí (tj. kde na ně co tlačí, kde je co táhne, kde je co drží anebo podpírá).



> Pokračujte na kartu

98