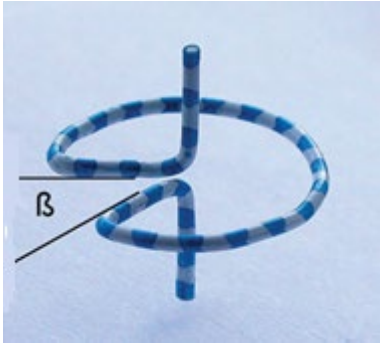
SETRVAČNÍK PROFESORA SAKAIE

Jedná se o nízkonákladový námět vhodný i pro distanční výuku a domácí úkol pro žáky.
Tento námět integruje poznatky techniky, matematiky a fyziky.



Kdo může vyrobit?
Děvčata a chlapci 5. až 9. ročníku základní školy. U žáků nižších tříd si však musíme nachystat jednouchý nákres obvodu setrvačníků s narýsovanou kruhovou výsečí úhlu β = cca 53°.

Za jak dlouho se to stihne?
Doporučujeme v rámci vyučovacího předmětu Technika vyhradit min. 45 minut. Počítáme s tím, že učitel výklad doplní o informace o fyzikálních principech a aplikacích setrvačníků v technice. Pokud žáci nemají dostatečné pracovní zkušenosti a nejsou zruční, zabere výroba i několik minut

Tento námět je vhodný při zajištění bezpečných hygienických a bezpečnostních opatření.

Kdo zpracoval námět a výrobek doporučuje?
Tento námět je inspirován profesorem fyziky Takao Sakaiem, který tento námět vymyslel v roce 1986 pro své studenty. Principem tohoto námětu bylo spočítat na základě momentu setrvačnosti tvar kovové sponky tak, aby vyrobený setrvačník měl spojitě rozloženou hmotnost po obvodu rotace.
Při výuce techniky na základní škole s pochopitelných důvodů nemůžeme učit výpočet momentu setrvačnosti, ale můžeme se pokusit vyzkoušet empirické experimentování s možností experimentálního ověření.
Václav Tvarůžka, Ostravská univerzita

Co se žáci naučí?

Očekávané výstupy učení:
- žáci pochopí funkce setrvačníku a využití v technických aplikacích,
- žáci se naučí pracovat s drátem, kombinovanými a kulatými kleštěmi,
- rozliší, roztřídí a pojmenuje základní materiály a nářadí,
- z nabídky zvolí vhodný materiál a pracovní postup; při zhotovování výrobku dodržuje daný sled výrobních operací.

Konkrétní dovednosti:
- stříhání a ohýbání drátu,
- naučí se definovat pojem těžiště tělesa,
- naučí se drát tvarovat,
- získají zkušenost s empirickým ověřováním e tvořivým řešením problému.

Teorie a mezipředmětové vztahy

Co si má učitel prostudovat

Doporučuji si přečíst odborné články k tomuto tématu a podívat se na videa publikované k tomuto tématu na YouTube.

Např.:

https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich_physik/didaktik_physik/publikationen/kreiselnde_b_roklammer.pdf

https://www.youtube.com/watch?v=IzK59ZNapfU
https://www.youtube.com/watch?v=9RI56zOnPzI
https://www.youtube.com/watch?v=sYoJ0EwEOx8

Co je to setrvačník?

- Z hlediska fyziky je to každé těleso, které se otáčí kolem své osy.

Znáte hračky, ve kterých se setrvačníky využívají?

- Káča, autíčko na setrvačník, Jojo…

Na čem bude záviset doba otáčení roztočeného setrvačníku?

- na impulzu síly, kterým setrvačník roztočíme,
- na stejnoměrném rozložení hmotnosti vzhledem k ose otáčení,
- na hmotnosti setrvačníku (čím je těžší tím déle se bude otáčet.

Který setrvačník na světě je největší?

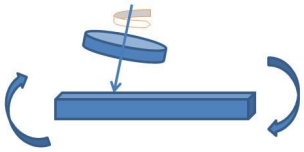
- planeta Země

Má setrvačník nějakou mimořádnou vlastnost?

- Má!
- Pořádně roztočený setrvačník získává zvláštní vlastnost oproti stojícímu tělesu, kterému se říká gyroskopický jev
- Roztočený setrvačník získává při velké rychlosti schopnost zachovávat směr rotace v prostoru. Díky této vlastnosti má zemská osa naší planety Země stále stejný směr zemské osy a střídají se nám pravidelně roční období.

Můžeme to dokázat experimentem?

- Ano, pokud roztočíme setrvačník, např. káču na pevné podložce, kterou můžeme naklánět, zjistíme, že i při naklánění podložky káča nemění úhel osy otáčení.



- Roztočený setrvačník získává při velké rychlosti schopnost zachovávat směr rotace v prostoru. **Tomuto jevu se říká gyroskopický jev.**

Nutno připomenout, že tento jev se velmi zřetelně projevuji při velké rychlosti otáčení a stabilní rotaci. Pro efektní demonstraci proto volíme setrvačník, který máme vyvážený, vyzkoušený a dokážeme ho optimálně roztočit!

Teorie a mezipředmětové vztahy

Dá se tato vlastnost setrvačníku využít v technické praxi?

- Ano, této vlastnosti se využívá v letectví, na lodích k navigaci gyroskopických kompasech a stabilizaci technických zařízení například raket, družic a podobně.

Máme gyroskop i v chytrém telefonu nebo tabletu?

- Máme,
- gyroskopický jev se netýká jen rotujících setrvačníků, vědci přišli na to, že lze využít i kmitající tělíska velikosti tisícin milimetru, jejich rychlá oscilace umožňuje měřit jejich polohu. Tento princip je základem elektronických gyroskopů, které se využívají v telefonech, tabletech fotoaparátech a kamerách.

Jaký materiál a pomůcky potřebujeme?

Pracovní prostory:

- při využití mobilních sad nářadí lze vyrábět i v běžné třídě nebo doma.
- Důležitý je vhodný pracovní stůl, drát a kombinované kleště k tváření drátů.

Materiál:

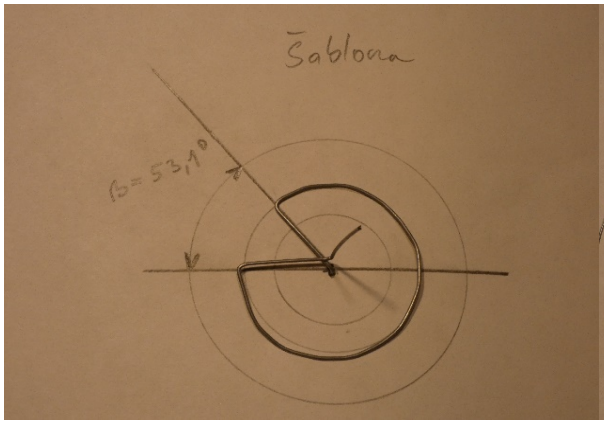
- Kovový měkký a tvarovatelný drát. V nejzákladnější verzi postačí i kovová spisová sponka, nicméně optimální je zvolit rovný měděný drát.

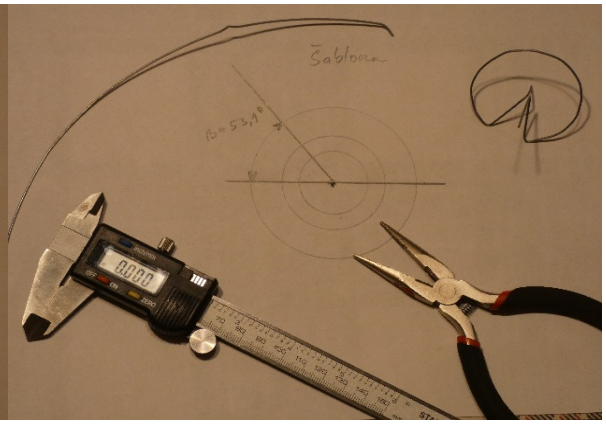
Pomůcky:

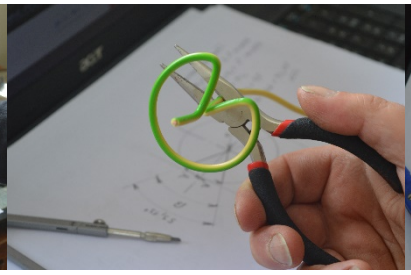
- pracovní oděv, ochranné brýle, rýsovací potřeby, kombinované kleště a kleště pro tvarování drátu, pilník, brusný papír.

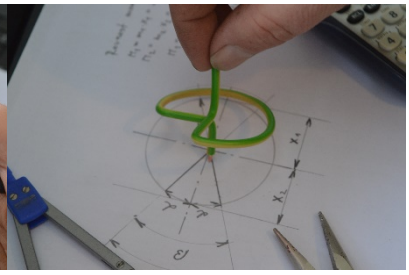
Pracovní postup

1. Na papír (který má funkci i papírové šablony) si pomocí kružítka a úhloměru nakreslíme kružnici o vhodném poloměru a narýsujeme do ní kruhovou výseč v úhlu β = cca 53°.
2. Žákům pustíme video pracovního postup nebo ukážeme vlastní vyrobený vzorek setrvačníku.
3. Upozorníme žáky na skutečnost, že setrvačník bude funkční pouze při přesné práci a přesném rozložení hmotnosti!
4. Formování drátu vyžaduje zručnost, zkušenost a trpělivost. Je důležité dodržet úhel kruhové výseče.
5. Úhel kruhové výseče a poloměr drátu od osy nám pomůže vytvarovat papírová šablona nákresu, do které uděláme otvor ve středu kružnice.
6. Je žádoucí osu drátu vybrousit do přesného kužele, neostrý hrot drátu mnohdy způsobuje nežádoucí vibrace. K zaostření použijeme pilník a brusný papír.
7. Empiricky a experimentálně dolaďujeme tvar a rozložení hmotnosti vzhledem k ose otáčení.









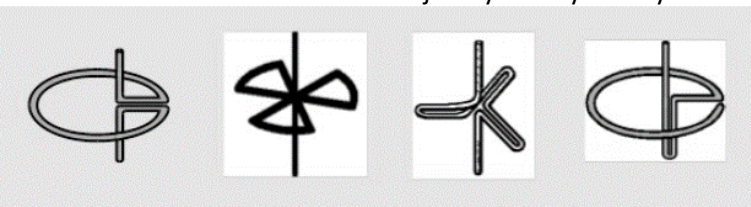
Metodické poznámky	
	1. Výrobu si předem vyzkoušejte a vhodně rozfázujte – s žáky potom postupujte jednotně po krocích. 2. Jako materiál lze jakýkoli měkký drát, ale preferujte ocel, měď a mosaz, které mají větší hustotu a hmotnost. 3. Veďte žáky k tomu, aby u ohýbání drátu do úhlu 90° u osy setrvačníku prováděli za pomocí kleští tak, aby rádiusy ohyb u byly rovnoměrné. 4. Obdobný princip je nutné zachovat u ohybů úhlů kruhové výseče. 5. Takto vyrobený setrvačník (káča), lze využít k zajímavým experimentům, zejména s vysvětlení gyroskopického efektu. 6. Nadaní žáci si mohou spočítat délku drátu výpočtem obvodu kruhové výseče atd… 7. Experimentovat můžeme i výškou těžiště setrvačníku a sledovat jeho stabilitu a labilitu v prostoru. 8. Výtvarníci se mohou inspirovat výrobou estetických setrvačníků. 9. Hodnotíme vzhled a stabilní rotaci bez nežádoucích oscilací.

Použité zdroje a další inspirace	
	Knižní publikace: Tvarůžka, V. *Malý průvodce velkým světem techniky.* 1. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2015. 48 s. **Internetové zdroje:** - https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich_physik/didaktik_physik/publikationen/kreiselnde_b_roklammer.pdf - **https://www.youtube.com/watch?v=IzK59ZNapfU** - **https://www.youtube.com/watch?v=9RI56zOnPzI**

- **https://www.youtube.com/watch?v=sYoJ0EwEOx8**

Další inspirace

Tento tvar setrvačníku z drátu není jediný možný. Lze vyrobit i další:



Výtvarně orientováni designeři se mohou inspirovat:
https://www.youtube.com/watch?v=LwL-LULCTA0

Improvizovaný skutečný gyroskop můžeme vyrobit z plastového kelímku, a malého neodymového magnetu podle následujícího návodu:
https://www.youtube.com/watch?v=sg8jWuTGSD4