

FYZIKA
CHEMIE
BIOLOGIE
EKOLOGIE
TECHNIKA A MATEMATIKA
ICT A PROGRAMOVÁNÍ
FYZIOLOGIE ČLOVĚKA

ŠKOLNÍ
EXPERIMENTÁLNÍ
SYSTÉM

2026



FYZIKA



Měření
teploty



Pohyb
a síla



Měření
tlaku



Zvuk



Elektřina a
magnetismus



Optika,
záření,
radioaktivita

CHEMIE



Měření
teploty



Měření pH



Optické metody
v chemii



Elektro-
chemie



Stanovení
koncentrace
iontů ve vodě



Ostatní čidla
pro chemii

BIOLOGIE



Měření
teploty



Kyslík
a oxid uhličitý



Fyziologie
člověka



Biochemie



Ostatní čidla
pro biologii

PODPORA



Připojení
čidel



Experimenty



Školení



Software



Programování



Balíčky

KONTAKTY



info@edufor.cz

☎ 774 693 244

Edufor s. r. o., Příborská 518, 199 00 Praha 9

www.vernier.cz



Historie firmy

Společnost Vernier Software & Technology založil v roce 1981 středoškolský učitel fyziky David Vernier jako klasickou americkou garážovou firmu.

Dave působil jako učitel v sociálně vyloučené lokalitě v Clevelandu a přemýšlel, jak své žáky zaujmout pro přírodní vědy a jak udržet jejich zájem. Osvědčilo se mu provádění praktických demonstračních experimentů kombinovaných s interaktivními měřeními (laborkami). Začal proto pro své žáky „na koleně“ vyrábět výukové pomůcky, čidla a software.

Protože viděl, že jeho snažení má smysl a žákům pomáhá, zariskoval a zaplatil si reklamu v učitelském časopisu. Účtoval si tehdy 18 dolarů za disketu a školy si jeho produkty skutečně kupovaly, takže se mu už během prvního roku náklady vrátily a ještě pár set dolarů vydělal.

Pokračoval v kariéře středoškolského fyzikáře a současně rozvíjel svou firmu. V roce 1984 už firma potřebovala 100 % jeho času, proto po 12 letech opustil školu a začal se naplno věnovat řízení společnosti Vernier Software & Technology.

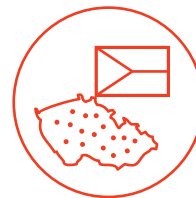
Dnes má firma přes 100 zaměstnanců, patří ke světové špičce v oboru školních měřicích systémů a dodává pomůcky pro chemii, fyziku a biologii na základních, středních i vysokých školách po celém světě.

V roce 2022 firma změnila název na Vernier Science Education.

Výhradním zástupcem Vernieru v ČR je od roku 2008 firma Edufor, která zajišťuje nejen prodej a servis, ale také metodickou podporu a školení učitelů.



Vernier v České republice



Stovky škol

Školní měřicí systém Vernier používají už více než 10 let stovky škol po celé České republice.



Podpora

Uživatelé Vernieru oceňují kromě špičkového vybavení též kvalitní a rychlou technickou i metodickou podporu.



České návody

České návody a náměty na experimenty jsou zdarma k dispozici online i v tištěné podobě. Lze si také vybrat z několika desítek originálních anglických knih s návody na měření.



Záruka

Vernier poskytuje na většinu vybavení záruku 5 let.



Školení

Začátečnickům i pokročilým uživatelům nabízíme školení akreditovaná MŠMT v systému DVPP. Školení probíhají obvykle přímo na vaší škole, trvají cca 4 vyučovací hodiny a jsou vedena lektory, kteří mají přímou zkušenost s používáním Vernieru ve výuce.



MĚŘENÍ TEPLOTY



Go Direct bodový teploměr



GDX-ST
6067 Kč



- rozsah -25°C až $+125^{\circ}\text{C}$
- díky malým rozměrům a malé tepelné kapacitě reaguje rychle a téměř neovlivňuje vzorek



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ

- 120** Komínový efekt
- 123** Vliv teploty na hustotu vody
- 128** Změna teploty při kompresi a při expanzi plynu
- 133** Ochlazování organismu pocením
- 208** Tání kostek ledu v obyčejné a ve slané vodě

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct tyčový teploměr (-40°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		4776 Kč	GDX-TMP
Go Direct termočlánekový teploměr (-200°C až $+1400^{\circ}\text{C}$)		7737 Kč	GDX-TC
Go Direct bodový teploměr (-25°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		6067 Kč	GDX-ST
Go Direct tyčový teploměr s velkým rozsahem (-20°C až $+330^{\circ}\text{C}$)		9407 Kč	GDX-WRT
USB tyčový teploměr (-20°C až $+115^{\circ}\text{C}$)		3340 Kč	GO-TEMP
Tyčový teploměr (-40°C až $+135^{\circ}\text{C}$)		3583 Kč	TMP-BTA
Termočlánekový teploměr (-200°C až $+1400^{\circ}\text{C}$)		8501 Kč	TCA-BTA
Bodový teploměr (-25°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		2368 Kč	STS-BTA
Tyčový teploměr s velkým rozsahem (-20°C až $+330^{\circ}\text{C}$)		8197 Kč	WRT-BTA



Go Direct tyčový teploměr



GDX-TMP
4776 Kč

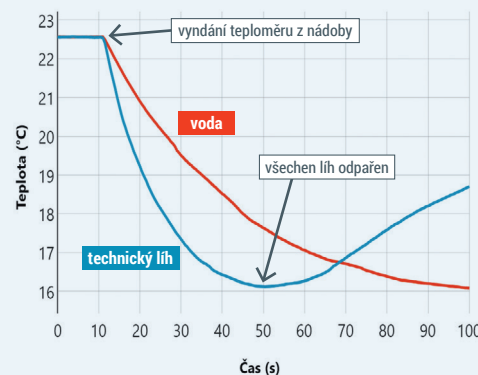


- rozsah -40°C až $+125^{\circ}\text{C}$
- chemicky odolný



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ

- 001** Vypařování vody a lihu
Vypařuje-li se z povrchu teploměru kapalina, teploměr se vlivem skupenské přeměny ochlazuje.



- 004** Chladicí směs z ledu a soli
- 016** Závislost tlaku plynu na teplotě
- 054** Změna teploty při rozpouštění



Go Direct termočlánekový teploměr



GDX-TC
7737 Kč

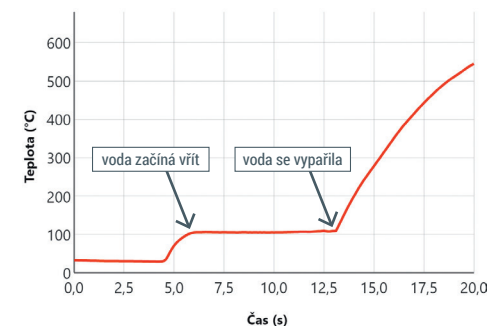


- rozsah -200°C až $+1400^{\circ}\text{C}$
- vyměnitelná měřicí část (KWIRE-TCA)
- kompatibilní s termočlánsky typu J, T a K



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ

- 043** Vývoj teploty při vaření vody (fázový přechod)
Termočlánekový teploměr GDX-TC jsme zvlhčili kapkou vody a umístili do plamene svíčky. Dokud se voda nevypařila, teplota nemohla vzrůst nad 100°C . Podobně ani vlhké dřevo vložené do plamene nedosáhne zápalné teploty (nehoří), dokud se voda nevypaří.



- 040** Teplota plamene
- 058** Teplota tuhnutí čirou





POHYB A SÍLA



Go Direct vozík s integrovanými čidly



GDX-CART
12 746 Kč



- měří otáčení koleček pro určení polohy, rychlosti a zrychlení
- zabudovaný siloměr (± 50 N)
- zabudovaný akcelerometr ($\pm 16g$)
- lze používat na jakékoliv tvrdé rovné podložce (podlaha, lavice)
- je součástí soupravy DTS-GDX, ale mnohé experimenty lze provádět i pouze se samotným vozíkem (bez dráhy a bez druhého vozíku)
- místo žlutého vozíku lze zakoupit i tyrkysový (GDX-CART-G)

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct vozík	 	12 746 Kč	GDX-CART
Dráha se dvěma Go Direct vozíky	 	42 191 Kč	DTS-GDX
Go Direct siloměr, akcelerometr a gyroskop	 	7 193 Kč	GDX-FOR
Go Direct akcelerometr, gyroskop a výškoměr	 	7 180 Kč	GDX-ACC
Go Direct čidlo polohy a pohybu (sonar)	 	7 798 Kč	GDX-MD
Go Direct aparatura pro studium deformací	 	72 473 Kč	GDX-VSMT
Go Direct vystřelovač projektilů	 	30 557 Kč	GDX-PL
Go Direct čidlo síly stisku ruky	 	8 850 Kč	GDX-HD
Go Direct optická závora	 	6 347 Kč	GDX-VPG
Aparatura pro studium rotačního pohybu (vyžaduje siloměr GDX-FOR)		22 208 Kč	GDX-CFA
Optická závora s časovým rozlišením 1 μ s		4 190 Kč	VPG-BTD
Go Direct siloměrná plošina	 	33 340 Kč	GDX-FP



Dráha se dvěma Go Direct vozíky



DTS-GDX
42 191 Kč

- dva vozíky s integrovanými čidly
- dráha délky 1,2 m zajišťující nízké tření a snadné vyrovnaní do vodorovné polohy
- příslušenství pro experimentování (kladka, nárazníky, závaží atd.)
- volitelně délka dráhy 2,2 m (DTS-GDX-LONG)

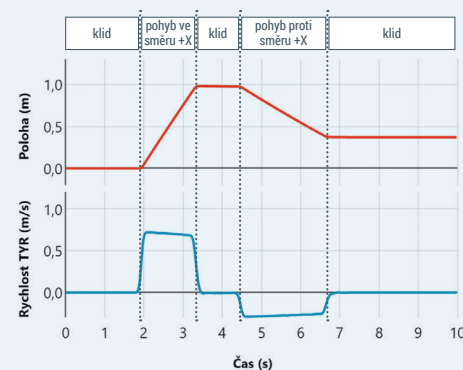


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



122 Dráha, rychlost a zrychlení

Vozík s integrovanými čidly umožňuje názorně ilustrovat vztah mezi dráhou, rychlostí a zrychlením.



109 Druhý Newtonův zákon – zákon síly



119 Tuhost pružiny (jak se pružina brání natahování)

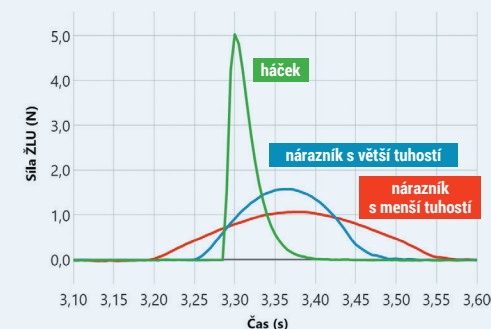


125 Určení rychlosti diabolky (zachování hybnosti)



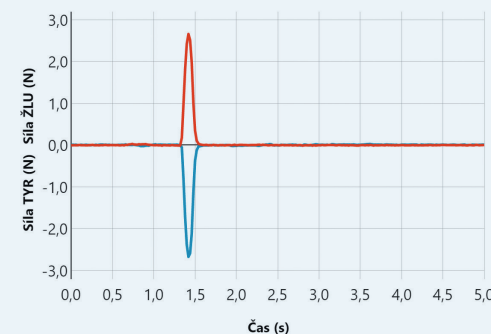
114 Princip airbagu

Pro minimalizaci síly působící při zpomalení musíme brzdění rozložit do co nejdelší doby.



110 Třetí Newtonův zákon – akce a reakce

Působí-li jedno těleso na druhé silou, působí také druhé těleso na první stejnou velkou silou opačného směru. Pomocí odlišně naložených vozíků lze názorně demonstrovat, že to platí i při srážce vlaku s chodcem.





Go Direct siloměr s akcelerometrem a gyroskopem

- měří sílu v tahu i v tlaku
- zabudovaný tříosý akcelerometr a gyroskop
- rozsah siloměru $\pm 50\text{ N}$
- rozsah akcelerometru $\pm 16\text{ g}$
- rozsah gyroskopu ± 333 otáček/min
- frekvence měření až 1000 Hz



USB Bluetooth
GDX-FOR
7193 Kč

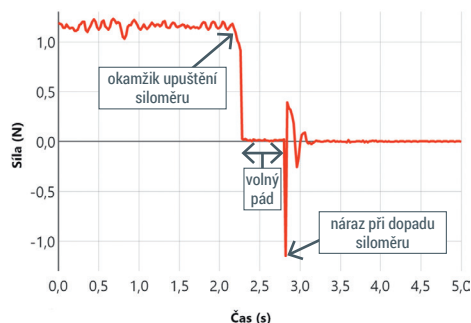


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



021 Stav beztíže

Na háček siloměru jsme zavěsili svazek klíčů. Jak se změnila tíha působící na háček poté, co jsme siloměr i s klíči upustili? Jak dlouho trval volný pád?



055 Vztlkavá síla

Z tub od vitamínů jsme vyrobili dvě různé těžká závaží stejného objemu a tvaru.

Jak se změnila tíha závaží po ponoření do vody? Co když vodu osolíme?



020 Statické a dynamické tření

Chceme-li uvést těleso do pohybu, musíme překonat statické třecí síly. K udržení tělesa v pohybu je třeba překonávat třecí síly dynamické. Jsou stejné velké?



042 Tahová síla reaktivního motoru rakety



212 Měření tuhosti pružiny



213 Co unese vlas?



214 Změna tíhy v pohybujícím se výtahu



Go Direct akcelerometr s gyroskopem a výškoměrem

USB Bluetooth
GDX-ACC
7180 Kč



- rozsah akcelerometru $\pm 200\text{ g}$
- rozsah gyroskopu ± 333 otáček/min
- měření nadmořské výšky v rozsahu od $-1,8\text{ km}$ do 10 km



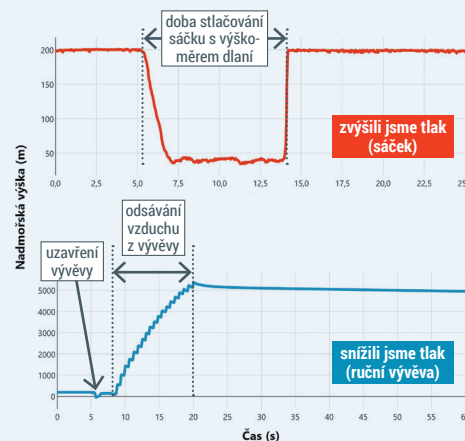
PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



113 Jak funguje výškoměr

Zvýšení tlaku v okolí výškoměru (například stlačením vzduchu v igelitovém sáčku) vyhodnotí čidlo jako pokles nadmořské výšky (červeně).

Pokud v okolí výškoměru tlak naopak snížíme, bude měřená nadmořská výška větší než skutečná (modře).



121 Stav beztíže (s akcelerometrem)



211 Odštědivé a dostředivé zrychlení



Go Direct čidlo polohy a pohybu

USB Bluetooth
GDX-MD
7798 Kč



- ultrazvukový senzor (sonar)
- rozsah 15 cm až $3,5\text{ m}$
- měří vzdálenost nejbližšího předmětu, z časové změny vzdálenosti dopočítává rychlost a zrychlení

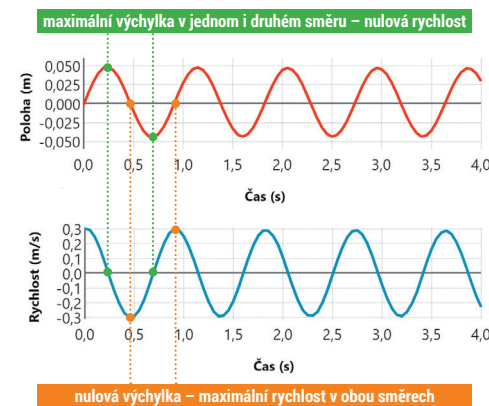


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



018 Kmitání závaží na pružině

Čidlo polohy a pohybu (sonar) umožňuje názorně demonstrovat souvislost mezi okamžitou polohou a okamžitou rychlostí.



209 Aktivita „napodobování grafů“



210 Studium pohybu skákajícího míče



265 Terminální rychlost při pádu tělesa





Optická závora (fotobrána)

- zaznamenává velmi přesně časy přerušení paprsku
- rozlišení 1 mikrosekunda
- používá infračervený (okem neviditelný) paprsek
- reaguje i na světlo červeného laserového ukazovátka, lze tak měřit i přerušení dlouhých paprsků (třeba počítání projíždějících aut)

VPG-BTD
4190 Kč



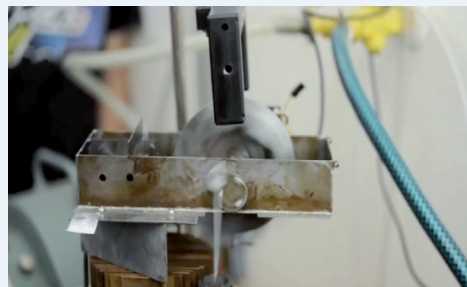
PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



Měření rychlosti otáček

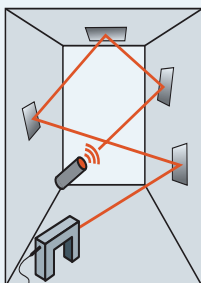
Fotobránu lze využít také k měření otáček. Takto byla využita v soutěži „Vytvoř si svůj Stirlingův motor“ pořádané SPŠ Betlémská a Národním technickým muzeem.

Více na www.vernier.cz/video/stirling.



Překážková dráha

Pomocí laserového ukazovátka, několika zrcátek a fotobrány jsme připravili pro děti překážkovou dráhu v rámci akce ke Dni dětí. Za každé přerušení paprsku byl testný bod. Děti si soutěžení velmi užily a chodily si překážkovou dráhu vyzkoušet opakovaně.



Měření rychlosti diabolky

Ze vzduchové pistole jsme vystřelili diabolku tak, aby svým letem přerušila paprsek fotobrány. Z délky diabolky a doby zakrytí paprsku jsme snadno vypočetli rychlost letu diabolky: 68 m/s.



Studium kyvadla



Určení tíhového zrychlení pomocí padajícího hřebenu



Go Direct aparatura pro studium rotačního pohybu

GDX-CFA
22 208 Kč



- umožňuje snadno a názorně měřit souvislost mezi odstředivou silou, frekvencí otáčení a vzdáleností od osy otáčení
- pro měření síly a frekvence otáčení vyžaduje

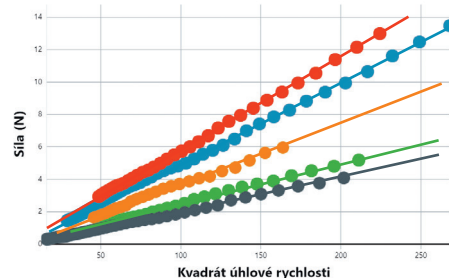


PŘÍKLAD EXPERIMENTU



Studium odstředivé síly

Měření s aparaturou pro studium rotačního pohybu názorně ukazuje, že velikost odstředivé síly F je přímo úměrná hmotnosti m , poloměru otáčení r a druhé mocnině úhlové rychlosti ω podle vztahu $F = m \cdot r \cdot \omega^2$.



Různé kombinace hmotnosti a vzdálenosti od osy otáčení

číslo měření	1	2	3	4	5
m [kg]	0,35	0,30	0,35	0,15	0,25
r [m]	0,16	0,16	0,10	0,16	0,08
$m \cdot r$ [kg·m] (výpočet)	0,056	0,048	0,035	0,024	0,020
směrnice [kg·m] (měření)	0,057	0,050	0,036	0,025	0,021



Go Direct vystřelovač projektilů



GDX-PL
30 557 Kč



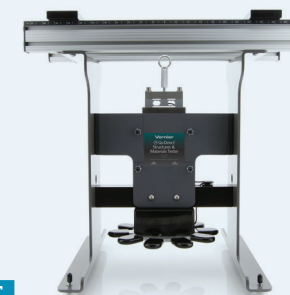
- pro studium šikmého vrhu
- reprodukovatelně vrhá ocelové kuličky
- nastavení výletové rychlosti a elevačního úhlu
- měření výletové rychlosti
- maximální dolet 2,5 m



Go Direct aparatura pro studium deformací

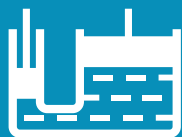


GDX-VSMT
72 473 Kč



- pro studium odolnosti materiálů a konstrukcí
- rozměry 45 cm × 50 cm × 20 cm
- měření síly (rozsah 0–1 000 N, citlivost 1 N) a posunutí (rozsah 0–70 mm, citlivost 0,1 mm)





MĚŘENÍ TLAKU



Go Direct čidlo tlaku plynu



GDX-GP

6 624 Kč



- rozsah 0–400 kPa
- citlivost 0,03 kPa
- příslušenství k tlakovému čidlu



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ S TLAKOVÝMI ČIDLY



013 Závislost hydrostatického tlaku na hloubce



014 Závislost hydrostatického tlaku na hustotě



221 Stavová rovnice plynu



223 Změna tlaku v závislosti na počasí



108 Rychlost chemické reakce (vliv teploty)

VÝBĚR Z NABÍDKY

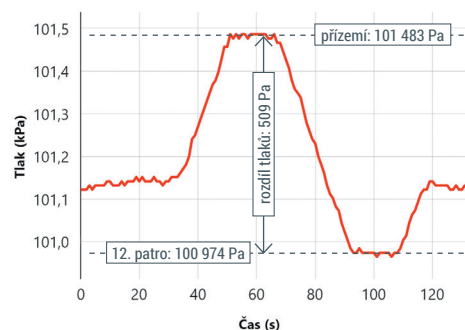
		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct čidlo tlaku plynu (rozsah 0–400 kPa, citlivost 0,03 kPa)		6 624 Kč	GDX-GP
Go Direct velkorozsahové čidlo tlaku plynu (rozsah 0–690 kPa)		15 050 Kč	GDX-WRPL
Go Direct čidlo počasí (měření tlaku: rozsah 26–126 kPa, citlivost 0,05 kPa)		9 963 Kč	GDX-WTHR
Čidlo tlaku plynu (rozsah 0–210 kPa, citlivost 0,06 kPa)		7 286 Kč	GPS-BTA



134 Změna tlaku s nadmořskou výškou

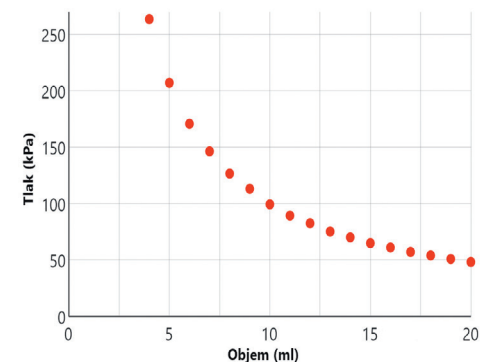
Se senzorem počasí GDX-WTHR jsme jeli výtahem z 8. patra do přízemí. Následně jsme vyjeli do 12. patra a poté jsme se opět vrátili do 8. patra. Graf ukazuje pokles tlaku s růstem nadmořské výšky a také růst tlaku, když nadmořská výška klesá.

Pokud chceme nechat žáky i počítat, lze odečíst naměřené tlaky v nejvyšším a nejnižším místě a jejich rozdíl porovnat s teoretickým výpočtem. V našem případě se vypočítaná hodnota 504 Pa velmi dobře shodovala s naměřenou hodnotou 509 Pa.



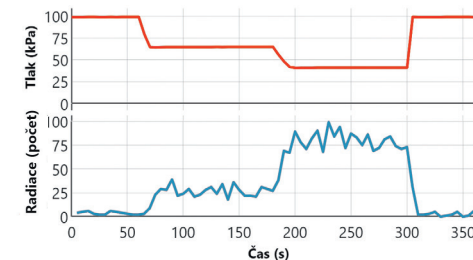
015 Závislost tlaku plynu na objemu

Z grafu naměřených hodnot lze vyčíst, že součin tlaku a objemu je konstantní: $pV = \text{konst.}$



101 Pohlcování alfa záření za sníženého tlaku

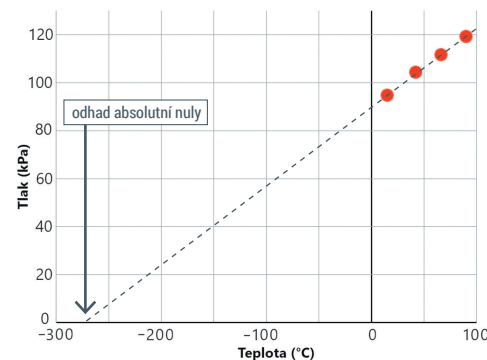
Alfa zářič jsme umístili do kuchyňské vývěvy spolu s detektorem radiace a čidlem tlaku. Čím nižší byl tlak (v grafu červeně), tím řídkší byl vzduch a tím více alfa částic jím prošlo od zářiče do detektoru (v grafu modře).



016 Závislost tlaku plynu na teplotě

Skleněnou baňku připojenou k tlakovému čidlu jsme postupně nořili do různých teplých lázní, abychom mohli změřit tlak vzduchu v baňce při různých teplotách. Tlak klesal přímo úměrně klesající teplotě vody.

Pokud naměřené hodnoty extrapolujeme k nulovému tlaku, dostaneme hrubý odhad počátku termodynamické teplotní stupnice, tzv. absolutní nuly.





ZVUK

Pořizujete-li čidla do žákovských skupin (například po 8 kusech), zvažte, zda u hlukoměru a mikrofonu nestačí jeden nebo dva kusy – třída je totiž jedno akustické prostředí a vytvořit v ní více nezávislých žákovských stanovišť pro měření zvuku nemusí být proveditelné.



Mikrofon

- pro měření rychlosti zvuku doporučujeme zakoupit dva tyto mikrofony
- pro zpřesnění měření rychlosti zvuku lze přivodní kabel mikrofonu prodloužit (i opakovaně) o 2 metry (EXT-BTA)



MCA-BTA
3 947 Kč



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ

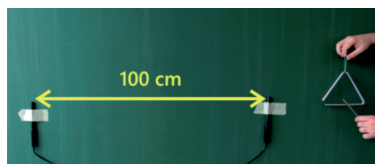


022 Jak změřit rychlost zvuku a jak odhadnout vzdálenost bouřky

Mikrofony jsme upevnili ve vzájemné vzdálenosti 100 cm a do jedné přímky s nimi jsme umístili zdroj zvuku (triangl).

Postupující zvukovou vlnu zachytil nejprve jeden mikrofón, ke druhému doputovala se zpožděním. Protože naměřené zpoždění činilo 0,003 s (při vzdálenosti 1 m), snadno jsme vypočetli, že na překonání jednoho kilometru potřebuje zvuk přibližně 3 sekundy.

Pokud tedy mezi bleskem a hromem napočítáme např. 6 s, víme, že uhodilo přibližně 2 km od nás.



112 Reakční doba na sluchový podnět



201 Studium ozvěny a dozvuku



202 Zkoumání zvuku hudebních nástrojů

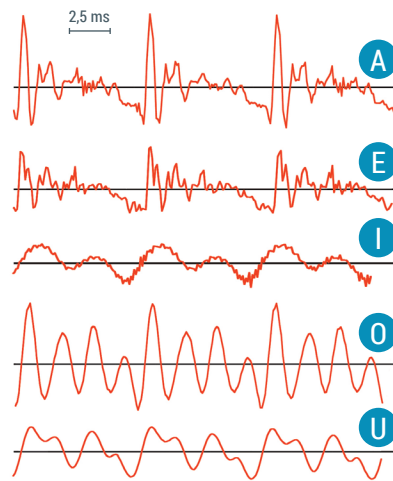
VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct hlukoměr s mikrofonom	 	6 067 Kč	GDX-SND
Mikrofon		3 947 Kč	MCA-BTA
Prodlužovací kabel pro analogové senzory		911 Kč	EXT-BTA



203 Znázornění jednotlivých samohlásek s využitím mikrofónu

Zjistili jsme, že každá samohláska má v grafu svůj typický vzorec (tvar), který se periodicky opakuje.

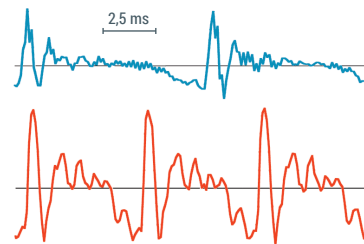


Na svislé ose je akustický tlak, na vodorovné čas.



204 Rozdíl mezi hlubokým a vysokým zvukem

Hlášku „á“ jsme nejprve vyslovili hlubokým hlasem (modrý graf), poté vysokým hlasem (červený graf).



Go Direct hlukoměr s mikrofonom

GDX-SND
6 067 Kč



- rozsah 55–110 dB
- citlivost 0,1 dB
- přesnost 3 dB
- zabudované váhové filtry A a C (zohledňují vlastnosti lidského ucha)



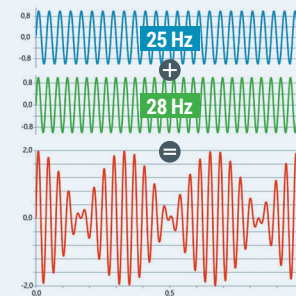
PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



205 Studium rázů při skládání zvuku

Pomocí dvou reproduktorů jsme generovali tóny, které se mírně lišily svou frekvencí (výškou). Jejich současným puštěním došlo k periodickému zesilování a zeslabování výsledného zvuku – slyšeli jsme tzv. rázy (zázněje). Hlukoměr s mikrofonom umožnil vše vizualizovat.

Vznik rázů ilustrujeme sečtením dvou tónů, které mají frekvence 25 Hz a 28 Hz. Frekvence výsledného tónu je blízká frekvencím původním, avšak amplituda se periodicky zvětšuje a zmenšuje. Frekvence těchto změn hlasitosti závisí na rozdílu frekvencí interferujících tónů a dá se hlukoměrem přesně změřit a měření porovnat s výpočtem.



Na svislé ose je akustický tlak, na vodorovné čas.



300 Závislost hlasitosti na počtu zdrojů hluku



206 Závislost hlasitosti na vzdálenosti od zdroje



207 Studium stojatého zvukového vlnění





ELEKTŘINA A MAGNETISMUS



Go Direct voltmetr

GDX-VOLT
5 743 Kč



- rozsah ± 20 V
- rozlišení 5 mV
- vzorkovací frekvence až 1000 Hz



Go Direct ampérmetr

GDX-CUR
6 067 Kč



- rozlišení 0,03 mA v rozsahu ± 1 A
- rozlišení 0,003 mA v rozsahu $\pm 0,1$ A
- vzorkovací frekvence až 1000 Hz

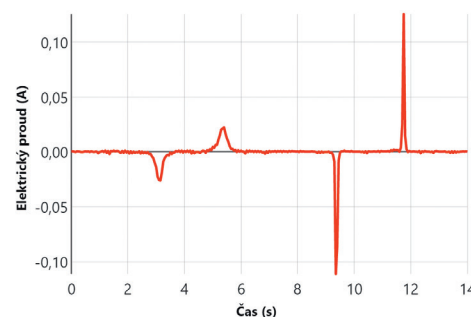
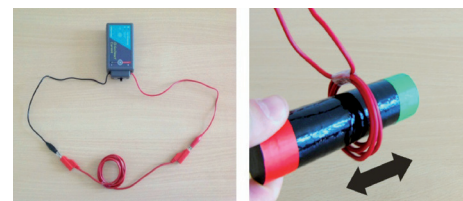


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ S VOLTMETREM A AMPÉRMETREM



028 Elektromagnetická indukce

S využitím ampérmetru můžete nechat žáky zkoumat (anebo sami žákům názorně demonstrovat), jak lze pomocí magnetu a cívky vyrábět elektrický proud a jak velikost a polarita indukovaného proudu závisí na počtu závitů cívky, polaritě magnetu nebo vzájemné rychlosti pohybu cívky a magnetu.

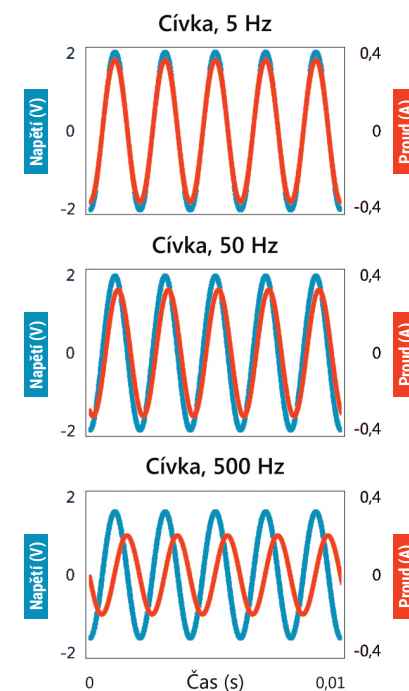


060 Fázový posun stříd. proudu a napětí na cívce

Grafy zachycují fázové posunutí napětí a proudu na cívce při frekvencích střídavého proudu 5 Hz, 50 Hz a 500 Hz.

Při malé frekvenci se indukčnost cívky téměř neprojevuje, zatímco při velké frekvenci se fázové posunutí blíží $\pi/2$.

Frekvence měření musí být řádově vyšší než frekvence měřeného děje. V tomto případě jsme proto použili ampérmetr DCP-BTA a voltmetr DVP-BTA a měřili s frekvencí 10 000 Hz.



010 Citronová „baterie“ (galvanický článěk)



027 Ohmův zákon



029 Magnetické pole v dutině cívky



031 Voltampérová charakteristika diody



061 Dělič napětí vyrobený pomocí papíru a měkké tuhy

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct voltmetr (± 20 V)		5 743 Kč	GDX-VOLT
Go Direct ampérmetr (± 1 A)		6 067 Kč	GDX-CUR
Go Direct tříosé čidlo magnetického pole (± 130 mT)		6 067 Kč	GDX-3MG
Go Direct detektor elektrického náboje		7 180 Kč	GDX-Q
Go Direct čidlo elektrické vodivosti kapalin (konduktometr)		8 071 Kč	GDX-CON
Voltmetr (± 6 V, vzorkování až 100 kHz)		3 340 Kč	DVP-BTA
Voltmetr (± 30 V)		4 190 Kč	30V-BTA
Ampérmetr ($\pm 0,6$ A, vzorkování až 100 kHz)		3 340 Kč	DCP-BTA
Ampérmetr (± 10 A)		6 376 Kč	HCS-BTA
Čidlo magnetického pole ($\pm 6,4$ mT, vzorkování až 100 kHz)		6 679 Kč	MG-BTA





Go Direct čidlo elektrického náboje (elektroskop)



GDX-Q

7180 Kč



- měření velikosti a polarity náboje
- rozsah ± 100 nC (± 10 V)
(využitím vybijecího tlačítka lze změřit i větší)



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



135 Nabíjení třením (triboelektrická řada)

Plastové brčko (polypropylen) jsme třeli papírovým kapesníkem. Čidlem elektrického náboje jsme zjistili, že na povrchu brčka vznikl záporný elektrický náboj. Poté jsme stejné brčko třeli teflonovou fólií – tentokrát byl na povrchu brčka náboj kladný.



246 Nabíjení plechovky



247 Jak vyrobit kondenzátor



Go Direct tříosé čidlo magnetického pole (teslametr)



GDX-3MG

6067 Kč



- v rozsahu ± 130 mT citlivost 0,1 mT
- v rozsahu ± 5 mT citlivost 0,00015 mT

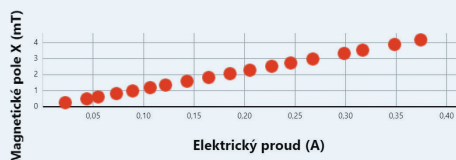
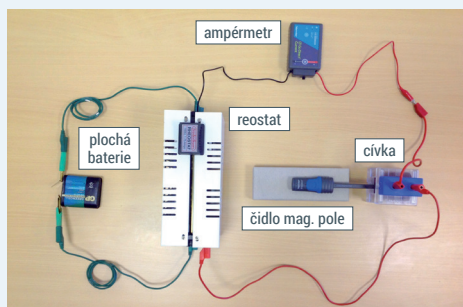


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



029 Magnetické pole v dutině cívky

Pomocí jednoduchého experimentu jsme zjistili, že velikost magnetického pole elektromagnetu (cívky) roste přímo úměrně velikosti elektrického proudu, který cívku prochází.



030 Magnetický záznam dat



248 Studium magnetického pole Země



249 Studium permanentních magnetů a elektromagnetů



Čidlo magnetického pole (teslametr)

MG-BTA

6679 Kč

- citlivost od 0,0002 mT
- rozsah až $\pm 6,4$ mT
- špičku čidla lze vykloupat o 90°
- umožňuje měřit s vysokými vzorkovacími



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



250 LEGO robot a hra „skořápky“

Teslametr MG-BTA je jedním z mnoha čidel, která lze pomocí rozhraní BTA-NXT propojit s roboty LEGO® MINDSTORMS®.

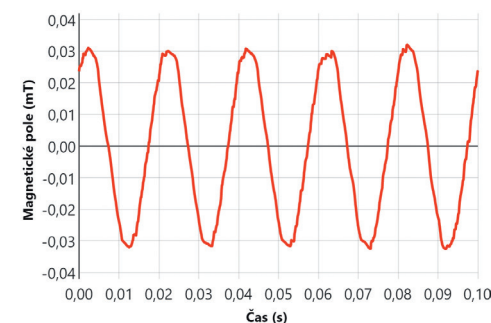
Úkolem pro žáky je např. navrhnout a naprogramovat robota, který nalezne magnet schovaný náhodně pod jednou ze skořápek.



044 Magnetické pole kolem kabelů

Změřili jsme magnetické pole v blízkosti přírodního kabelu rychlovarné konvice. Z grafu je vidět, že se magnetické pole periodicky mění, přičemž do 0,1 s se vešlo přesně pět period. Frekvence střídavého magnetického pole tedy byla 50 Hz – tj. stejná jako frekvence proudu, který napájel rychlovarnou konvici.

Pro tento experiment je potřeba použít vysoké vzorkovací frekvence, proto jej nelze provádět s čidlem GDX-3MG.





OPTIKA ZÁŘENÍ RADIOAKTIVITA



Go Direct čidlo světla (luxmetr)

GDX-LC
6 067 Kč



- rozsah 0–150 000 lx
- vzorkovací frekvence až 1 000 Hz



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



Studium náběhu (rozsvícení) žárovky

Střídavý proud, kterým je napájena lampička, způsobuje pravidelné kolísání intenzity osvětlení. Lidské oko tak rychlé změny není schopno postřehnout, ale přístroj je zaregistruje.

Po zapnutí lampičky nesvítí žárovka plným výkonem okamžitě. Než se wolframové vlákno žárovky dostatečně nažhává, trvá to přibližně desetinu sekundy.



VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct čidlo světla (vzorkování až 1 kHz, měří také UVA záření)	 	6 067 Kč	GDX-LC
Go Direct polarimetr	 	32 942 Kč	GDX-POL
Go Direct detektor radiace (α , β , γ)	 	13 859 Kč	GDX-RAD
Čidlo světla (vzorkování až 100 kHz)		6 679 Kč	LS-BTA
Čidlo UVA záření		8 197 Kč	UVA-BTA
Čidlo UVB záření		8 197 Kč	UVB-BTA

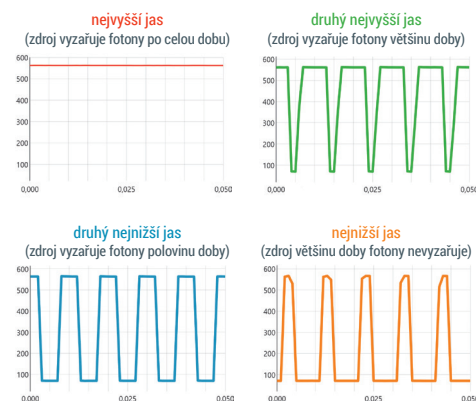


Setrvačnost oka a regulace jasu LED žárovky

Oko nedokáže rychle změny intenzity světla vnímat jako oddělené vjemy – ve filmu stačí frekvence okolo 25 snímků za sekundu, aby byl pohyb plynulý.

LED žárovka využívá této setrvačnosti oka pro regulaci jasu. Při maximálním jasu svítí žárovka nepřetržitě, nižšího jasu je dosahováno pravidelným zhasínáním zdroje (blikáním) s frekvencí 100 Hz. Tak rychlé blikání oko nerozezná, nižší množství vyzařených fotonů však vnímá jako nižší intenzitu světla.

Poznámka: Ještě vyšší vzorkovací frekvence (až 100 kHz) vhodnější pro sledování rychlých jevů a lepší prokreslení grafů umožňuje luxmetr LS-BTA.



Měření ultrafialového záření UVA a UVB

Na povrch Země přichází ze Slunce nejen viditelné světlo a infračervené záření, ale také záření ultrafialové (UV). Většina (až 99 %) dopadajícího UV záření se řadí k typu A (315–400 nm), pro člověka je ovšem nebezpečnější UV záření typu B (280–315 nm).

Pro měření UVB záření využijte čidlo UVB-BTA, pro měření UVA záření čidlo GDX-LC nebo UVA-BTA.



Odráživost různých barevných povrchů (albedo)



Závislost intenzity osvětlení na vzdálenosti (dlouhý tenký zdroj světla)



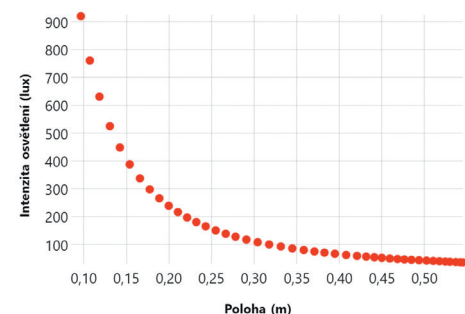
Závislost intenzity osvětlení na vzdálenosti (plošný zdroj světla)



Závislost intenzity osvětlení na vzdálenosti (bodový zdroj světla)

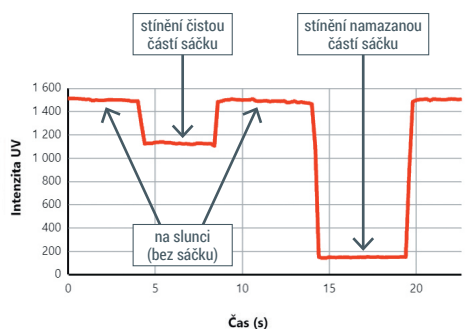
Jako bodový zdroj světla jsme využili osvětlovací diodu mobilního telefonu. Aktuální polohu čidla světla měřil vozík GDX-CART, na který jsme čidlo položili.

Frekvenci měření jsme nastavili na 10 Hz a s vozíkem jsme poodjeli několik centimetrů od svítivé diody. Během několika sekund tak bylo naměřeno mnoho desítek dvojic vzdálenost–intenzita osvětlení. Z grafu je vidět, že intenzita osvětlení klesala s druhou mocninou vzdálenosti.



Opalovací krém a ochrana proti UV záření

Polovinu mikrotenového sáčku jsme natřeli opalovacím krémem, druhou polovinu jsme nechali čistout. Měření ukázalo, že zatímco čistý mikrotenový sáček pohltí jen malou část UV záření, po namazání opalovacím krémem již byla pohlcena většina UV záření.



Noční režim displejů (s RGB senzorem)



Měření periodických dějů – jak zvolit vzorkovací frekvenci





Go Direct polarimetr

GDX-POL
32 942 Kč



- výsledek do několika sekund
- lze měřit časový vývoj (např. při mutarotaci)
- přesnost lepší než 1°
- LED zdroj světla (589 nm)



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



137 Měření koncentrace sacharózy



140 Měrná optická otáčivost různých látek



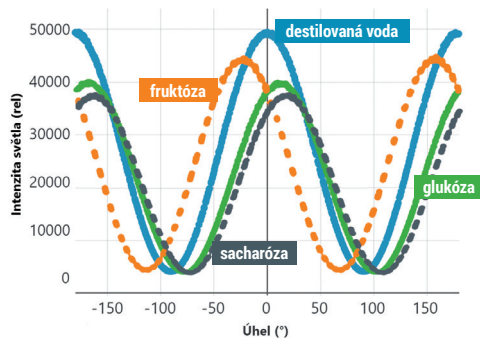
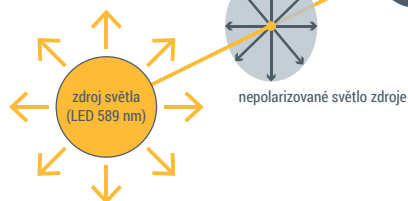
260 Závislost úhlu otočení na optické dráze



otočný polarizační filtr
a detektor světla

paprsek světla

v nádobě se zkoumanou
opticky aktivní látkou dojde
ke stočení roviny polarizovaného světla



Jak polarimetr funguje

Těsně za zdrojem nepolarizovaného světla (LED 589 nm) je v přístroji umístěn polarizační filtr. Do nádoby se vzorkem proto vstupuje světlo lineárně polarizované.

Po průchodu vzorkem světlo v přístroji prochází druhým polarizačním filtrem a vstupuje do detektoru

Druhý polarizační filtr se automaticky otáčí, přístroj tak může během několika sekund proměřit závislost intenzity prošlého světla na vzájemné poloze prvního a druhého polarizačního filtru.

Pokud vzorek v nádobce není opticky aktivní (například destilovaná voda), bude intenzita světla dosahovat maximální hodnoty při úhlech 0° a 180°.

Opticky aktivní látky (například některé cukry) rovinu polarizace otáčejí v závislosti na druhu látky, koncentraci a také na délce optické dráhy.

Polarimetr ukazuje číselnou hodnotu průběžně již po několika sekundách měření.



Go Direct detektor radiace (α , β , γ)



GDX-RAD
13 859 Kč



- měří záření alfa, beta a gama
- indikace zachytu ionizujících částic:
 - bliknutím LED
 - akusticky (lze vypnout)



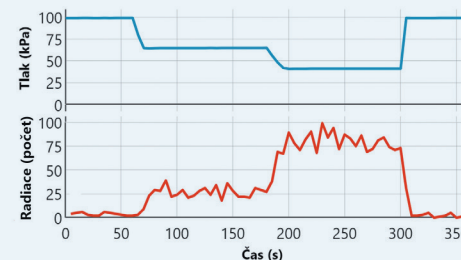
PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



101 Pohlcování alfa záření za sníženého tlaku

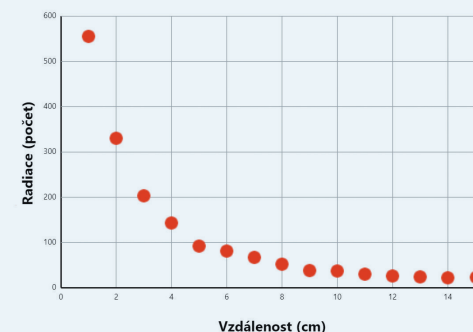
Školní alfa zářič jsme umístili do kuchyňské vývěvy (prodává se k uchování čerstvých potravin) spolu s čidlem tlaku GDX-GP a detektorem radiace.

Jakmile jsme vývěvou část vzduchu odsáli (hustota vzduchu se snížila), alfa částice řidším vzduchem snáze pronikaly a mohly urazit větší vzdálenost – více jich tedy dokázalo proniknout od zářiče až k detektoru. Pokles hustoty vzduchu v nádobě se projevil také sníženým tlakem.



049 Ochrana před radiací pomocí vzdálenosti

Před radiací se můžeme chránit nejen stíněním (tedy pohlcením radiace vhodnými materiály), ale také tím, že jsme od zářiče dostatečně daleko.



220 Měření radiace v terénu

RNDr. Věra Koudelková, Ph.D., sepsala pro www.matfyz.cz sérii článků Fyzikální toulky. Její námět pro terénní měření s detektorem radiace má výrazné mezioborové přesahy nejen do oblasti lidského zdraví a ochrany přírody, ale i do historie. Ukázka z článku (zkráceno, upraveno):

V České republice najdeme na mapě tři větší lokality se zvýšenou radiací. Jde o okolí uranových dolů na Příbramsku, Jáchymovsku a v Dolní Rožíně na Vysočině. A právě haldy vytěženého materiálu na Příbramsku a Jáchymovsku, v jejichž okolí „to svítí“, jsou cílem dnešního výletu. Navíc jde o místa s velmi pohnutou minulostí, takže tu načerpáme informace nejen z oblasti fyziky. Za návštěvu stojí i památník Vojna Lešetice – původně zajatecký tábor sloužil po roce 1949 jako tábor nucených prací převážně pro odpůrce režimu. Dozvíte se zde nejen o podmínkách, za kterých byli místní vězni nuceni pracovat v uranových dolech, ale i o uranovém hornictví jako takovém.



048 Ochrana před radiací stíněním různými materiály



261 Měření poločasu rozpadu





EXPERIMENTY S VYUŽITÍM OPTICKÉ LAVICE

Jako optická lavice pro uchycení jednotlivých optických prvků slouží vozíčková dráha TRACK, jež je součástí soupravy pro mechaniku DTS-GDX.

VÝBĚR Z NABÍDKY	cena vč. DPH	objednávkový kód
Sada pro optiku (vyžaduje TRACK nebo DTS-GDX)	14 269 Kč	OEK
Optická lavice (máte-li dráhu s vozíčky DTS-GDX, již nemusíte kupovat)	11 476 Kč	TRACK
Rozšíření OEK o zrcadla	4 554 Kč	M-OEK
Rozšíření OEK o polarizační filtry	6 376 Kč	PAK-OEK
Aparatura pro studium difrakce (vyžaduje TRACK nebo DTS-GDX)	48 819 Kč	DAK
Sada pro studium barevného vidění (vyžaduje TRACK nebo DTS-GDX)	13 905 Kč	CM-OEK



Souprava pro optiku

- připevňuje se k optické lavici/dráze TRACK
- zdroj světla s různými obrazy vhodnými pro studium optických jevů
- sada clon (různě velké kruhy, půlkruhy)
- dvě spojky (ohniskové vzdálenosti +100 mm a +200 mm)
- rozptylka (ohnisková vzdálenost -150 mm)
- stínítko

OEK
14 269 Kč



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



268 Zobrazení spojkou a rozptylkou

Souprava žákům umožňuje zkoumat vlastnosti zobrazení spojkami a rozptylkami – kdy vzniká skutečný a kdy zdánlivý obraz, kdy je obraz vzpřímený a kdy převrácený, kdy zvětšený a kdy zmenšený.



269 Hloubka ostrosti

Díky sadě různě velkých clon mohou žáci zkoumat hloubku ostrosti.



Rozšíření OEK o zrcadla

- vypuklé zrcadlo (ohnisková vzdálenost -200 mm)
- výklopné duté zrcadlo (ohnisková vzdálenost +200 mm)

M-OEK
4 554 Kč



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



255 Zobrazení dutým zrcadlem

Na polokruhovém stínítku jsme pozorovali skutečný převrácený obraz, který byl různě velký v závislosti na vzájemné vzdálenosti vzoru a zrcadla. Když se vzor dostal příliš blízko k zrcadlu, skutečný obraz už na stínítku vytvořit nešlo, protože po překročení ohniskové vzdálenosti vzniká obraz zdánlivý. Ten lze ovšem pozorovat okem – viděli jsme vzpřímený zvětšený obraz.



256 Zobrazení vypuklým zrcadlem

Vypuklé zrcadlo tvoří zdánlivý obraz, který je vzpřímený a zmenšený. Nelze jej proto zobrazit na stínítku, ale je pozorovatelný okem. Pomocí paralaxy jsme určili polohu tohoto zdánlivého obrazu.



Rozšíření OEK o polarizační filtry



PAK-OEK
6 376 Kč



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



257 Stáčení roviny polarizovaného světla

Mezi zdroj světla ze sady OEK a čidlo světla (LS-BTA nebo GDX-LC) jsme vložili dva polarizační filtry. Čidlo zaznamenalo maximální intenzitu světla v případě, že oba filtry byly orientovány souhlasně. Byl-li jeden filtr vůči druhému otočen o 90°, intenzita světla klesla na nulu.

Jakmile jsme ale mezi polarizační filtry vložili nádobu s roztokem sacharózy, která otáčí rovinu polarizovaného světla, čidlo opět světlo zaznamenalo.



258 Tři polarizační filtry

U dvou filtrů jsme nastavili vzájemnou orientaci 90° tak, aby žádné světlo nepropouštěly. Jakmile ovšem mezi ně vložíme třetí polarizační filtr s orientací 45°, celá trojice opět světlo propouští.



259 Potlačení odlesků

Pohled do skleněné vitríny či do vody často ruší odražené světlo. Fotografové proto používají polarizační filtry, které využívají toho, že odražené světlo je částečně lineárně polarizované.

Podíváme-li se přes polarizační filtr šikmo do skleněné vitríny, lze jeho otáčením najít orientaci, při které jsou odlesky vidět nejvíce – a orientaci, při které jsou nejvíce potlačeny.

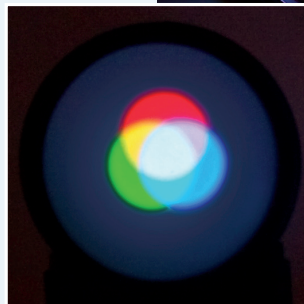




Sada pro studium barevného vidění

CM-OEK
13905 Kč

- připevňuje se k optické lavici/dráze TRACK
- regulovatelný zdroj červeného, zeleného a modrého světla
- spojka (ohnisková vzdálenost +200 mm)
- stínítko (na jedné straně čistě bílé, na druhé s barevnými tečkami na černobílém podkladu)



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



252 Skládání barev (RGB)

Na stínítko lze každým ze tří barevných zdrojů promítnout kruh.

V místech, kam současně dopadaly fotony červeného, zeleného i modrého světla, vidělo naše oko bílou barvu.

V místě, kam dopadly jen fotony červeného a zeleného světla, jsme viděli žlutou barvu.



253 Jak fungují barviva (pigmenty)

Barvivo (pigment) pohlcuje část spektra. Například červené barvivo pohlcuje modré a zelené fotony, zbytek odráží nebo nechává projít.

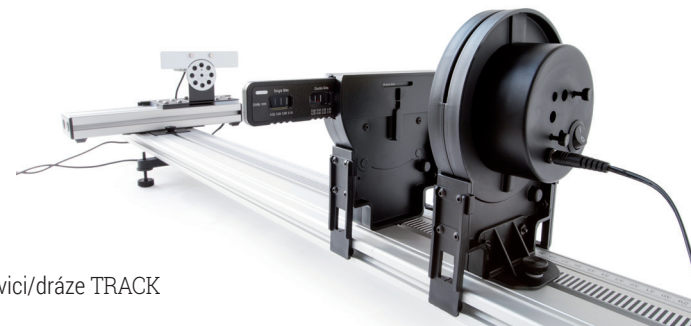
Druhá strana stínítka má na černobílém podkladu namalované barevné tečky. Posvítíme na stínítko bílým světlem (ze všech tří LED). Černá barva zůstala černá, bílou jsme viděli bíle, také barvy teček zůstaly zachovány.

Když jsme zapnuli pouze zelenou LED, černá barva zůstala černá, bílý podklad jsme viděli zeleně, zelený puntík zůstal zelený, červený puntík byl černý, žlutý puntík jsme viděli zeleně (pigment použitý na žlutý puntík modré fotony pohlcuje, červené a zelené odráží).



Aparatura pro studium difrakce

DAK
48819 Kč



- připevňuje se k optické lavici/dráze TRACK
- laserový zdroj světla (635 nm, volitelně též 532 nm)
- měření polohy detektoru světla vůči optické ose s citlivostí 40 μm
- jednošterbiny s pevnou šířkou
 - 0,02 mm
 - 0,04 mm
 - 0,08 mm
 - 0,16 mm
- šterbiny s plynule proměnnými parametry
 - jednošterbina: 0,02–0,2 mm
 - dvojšterbina: šířka 0,04 mm, vzdálenost šterbin 0,25–0,75 mm
- dvojšterbiny
 - šířka 0,04 mm, vzdálenost šterbin 0,25 mm
 - šířka 0,04 mm, vzdálenost šterbin 0,5 mm
 - šířka 0,08 mm, vzdálenost šterbin 0,25 mm
 - šířka 0,08 mm, vzdálenost šterbin 0,5 mm
- vícenásobné šterbiny s šířkou 0,04 mm a vzdáleností šterbin 0,125 mm
 - dvojšterbina
 - trojšterbina
 - čtyřšterbina
 - pětišterbina
- dvojice k rychlému kvalitativnímu porovnání okem
 - jednošterbina vs. dvojšterbina
 - dvojšterbina vs. trojšterbina
 - změna vzdálenosti dvojšterbin
 - změna šířky dvojšterbin
 - šterbina vs. překážka stejné šířky
 - kulaté otvory s různými průměry

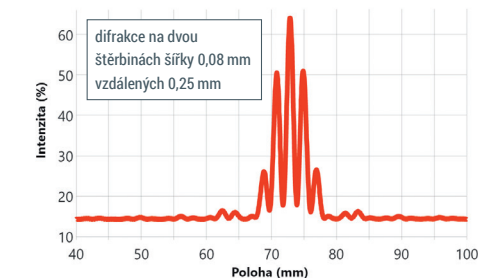


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



251 Difrakční obrazce

Monochromatické světlo po průchodu šterbinou nebo šterbinami vykazuje ohyb (difrakci), kterou zaznamená vysoce citlivé světelné čidlo umístěné na pohyblivé kolejnici. Kolejnice umožňuje měřit intenzitu dopadajícího světla v závislosti na vzdálenosti od optické osy s citlivostí 40 μm . Výsledkem je difrakční obrazec.





SPEKTROMETRIE

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Spektrometr Go Direct SpectroVis Plus	 	28 953 Kč	GDX-SVISPL
Go Direct UV-VIS spektrometr (220–850 nm)	 	181 272 Kč	GDX-SPEC-UV
Go Direct fluorescenční a UV-VIS spektrometr (220–850 nm, excitační zdroje 375/450/525 nm, volitelně též 280/350/400/500 nm)	 	211 494 Kč	GDX-SPEC-FUV
Optické vlákno pro GDX-SVISPL, GDX-SPEC-UV a GDX-SPEC-FUV		4 797 Kč	VSP-FIBER
Go Direct emisní spektrometr	 	57 422 Kč	GDX-SPEC-EM
Optické vlákno pro GDX-SPEC-EM		6 619 Kč	VSP-EM-FIBER



Spektrometr Go Direct SpectroVis Plus



GDX-SVISPL
28 953 Kč  

- rozsah 380–950 nm
- rozlišení 1 nm
- excitační zdroje pro fluorimetrii 405 nm a 500 nm
- šachta pro umístění kyvety
- pro měření vnějších zdrojů světla je třeba dokoupit optické vlákno VSP-FIBER



Go Direct emisní spektrometr



GDX-SPEC-EM
57 422 Kč  

- rozsah 350–900 nm
- rozlišení 1 nm
- bez šachty pro umístění kyvety
- jemnější a přesnější vykreslování spektra oproti GDX-SVISPL
- vyžaduje optické vlákno VSP-EM-FIBER



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ SE SPEKTROMETRY

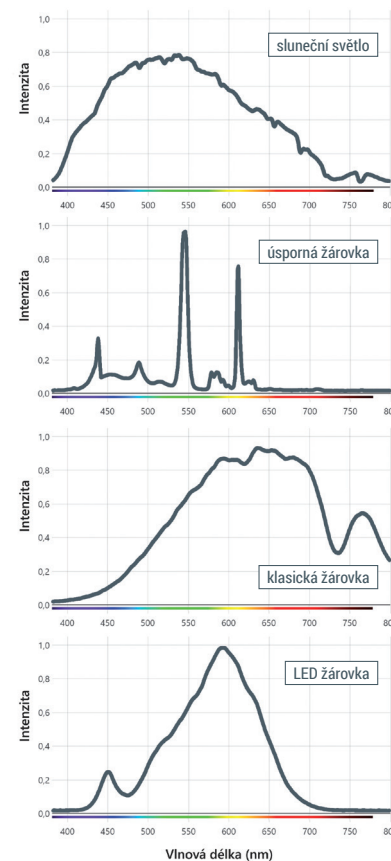


Spektrum různých zdrojů světla

Námi naměřené spektrum klasické žárovky s wolframovým vláknem se podobá spojitému slunečnímu spektru.

Také kvalitnější LED žárovky se snaží napodobovat sluneční spektrum.

Zářivky vyzařují světlo pouze v několika málo intervalech vlnových délek.



Spektrum světla RGB žárovky (skládání barev)

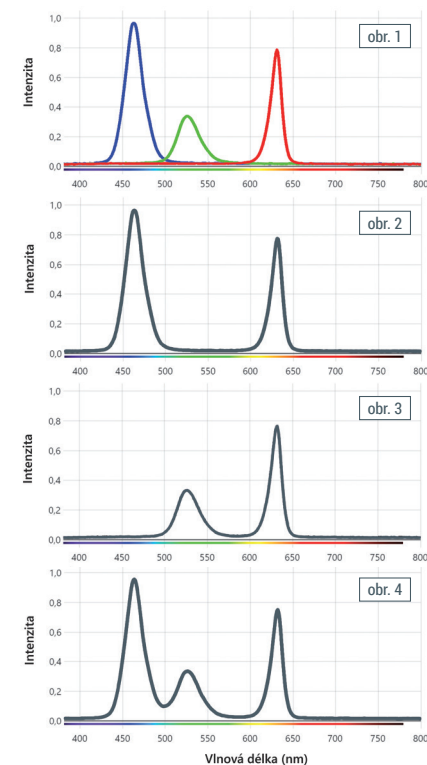
Jako RGB žárovka je označován běžně dostupný světelný zdroj ve tvaru klasické žárovky, v němž jsou ukryty tři svítivé diody (LED) – červená, zelená a modrá, každá s regulovatelným jasem.

Spektrometrem jsme nejprve změřili spektrum každé ze tří svítivých diod (obr. 1).

Poté jsme nechali žárovku svítit fialově, přičemž spektrometr ukázal, že jsou přítomné fotony modrého a červeného světla (obr. 2).

Žlutého vjemu v mozku bylo dosaženo kombinací zelené a červené diody (obr. 3).

Bílého vjemu žárovka dosahuje tak, že v oku podráždí příslušnými fotony všechny tři druhy čípků, tedy buněk citlivých na barevné světlo (obr. 4).





VÝBOJOVÉ TRUBICE

VÝBĚR Z NABÍDKY

	cena vč. DPH	objednávkový kód
Stojan s tichým a bezpečným napájením pro výbojové trubice	21556 Kč	ST-SPS
Výbojová trubice – vodík	3340 Kč	ST-H
Výbojová trubice – hélium	3340 Kč	ST-HE
Výbojová trubice – dusík	3340 Kč	ST-N
Výbojová trubice – vzduch	3340 Kč	ST-AIR
Výbojová trubice – oxid uhličitý	3340 Kč	ST-CO2
Výbojová trubice – neon	3340 Kč	ST-NE
Výbojová trubice – argon	3340 Kč	ST-AR



Napájecí zdroj pro výbojové trubice



ST-SPS

21556 Kč

- jednoduchá výměna výbojových trubic během několika sekund
- zcela tichý provoz
- zásobník na odložení až 6 právě nepoužívaných výbojových trubic

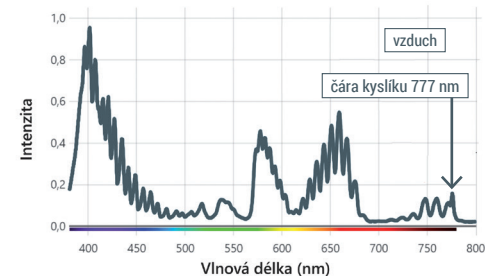
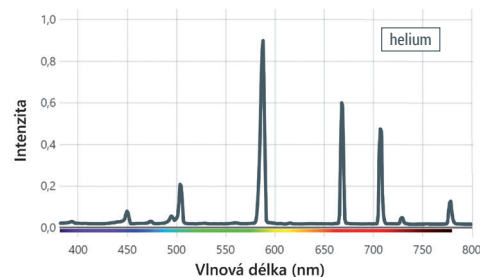
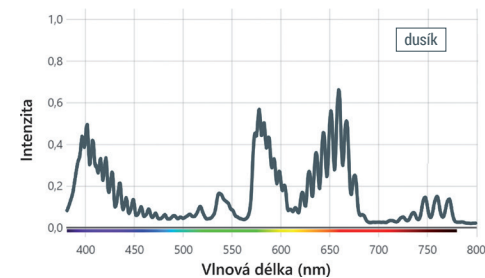
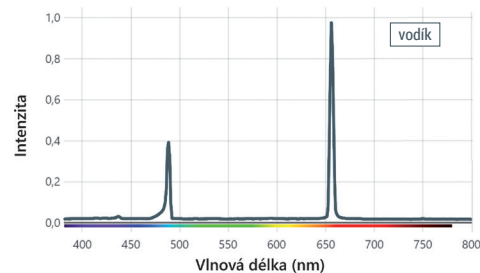


PŘÍKLAD EXPERIMENTU



Určení chemického složení plynu spektrometrem

Vlnové délky, které atom vyzařuje (tzv. spektrum), jsou jedinečné pro každý chemický prvek. Analýzou spektra lze proto zjistit, které prvky jsou ve vzorku zastoupeny. V experimentu jsme využili spektrální trubice s vodíkem, heliem, dusíkem a vzduchem. Spektrum jsme měřili spektrometrem GDX-SVISPL s připojeným optickým kabelem VSP-FIBER.





MĚŘENÍ TEPLOTY



Go Direct tyčový teploměr



GDX-TMP

4776 Kč



- rozsah -40°C až $+125^{\circ}\text{C}$



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



001 Změna teploty při vypařování vody a lihu



004 Chladicí směs z ledu a soli



016 Závislost tlaku plynu na teplotě



057 Změna teploty při neutralizaci



108 Vliv teploty na rychlost chemické reakce

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct tyčový teploměr (-40°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		4776 Kč	GDX-TMP
Go Direct termočlánekový teploměr (-200°C až $+1400^{\circ}\text{C}$)		7 737 Kč	GDX-TC
Go Direct bodový teploměr (-25°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		6 067 Kč	GDX-ST
Go Direct tyčový teploměr s velkým rozsahem (-20°C až $+330^{\circ}\text{C}$)		9 407 Kč	GDX-WRT
USB tyčový teploměr (-20°C až $+115^{\circ}\text{C}$)		3 340 Kč	GO-TEMP
Tyčový teploměr (-40°C až $+135^{\circ}\text{C}$)		3 583 Kč	TMP-BTA
Termočlánekový teploměr (-200°C až $+1400^{\circ}\text{C}$)		8 501 Kč	TCA-BTA
Bodový teploměr (-25°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		2 368 Kč	STS-BTA
Tyčový teploměr s velkým rozsahem (-20°C až $+330^{\circ}\text{C}$)		8 197 Kč	WRT-BTA

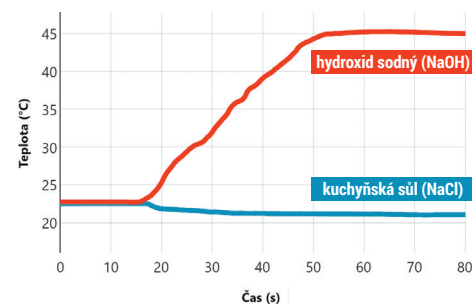


Q54 Změna teploty při rozpouštění

Rozpouštění pevných látek může být spojeno s uvolňováním energie do okolí (exotermický děj), nebo s jejím odebráním z okolí (endotermický děj).

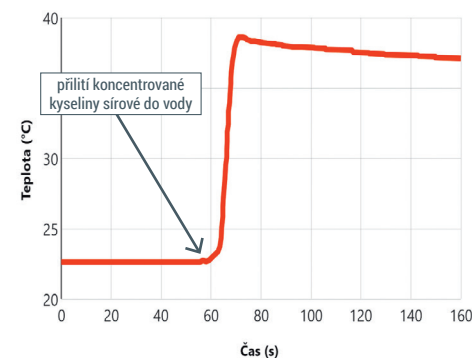
V tomto experimentu jsme nejprve výpočtem odhadli, jak se změní teplota při rozpouštění kuchyňské soli NaCl, respektive hydroxidu sodného NaOH. Následně jsme výpočet porovnali s měřením.

Velmi dobrá shoda výpočtu s měřením ukazuje sílu matematiky v přírodních vědách.



Q02 Změna teploty při ředění kyseliny sírové

Ředění koncentrované H_2SO_4 je silně exotermické. Po přidání 5 ml kyseliny sírové (98%) do 100 ml vody narostla prudce teplota z 23°C na 39°C .



Go Direct termočlánekový teploměr



GDX-TC

7737 Kč



- rozsah -200°C až $+1400^{\circ}\text{C}$
- vyměnitelná měřicí část (KWIRE-TCA)
- kompatibilní s termočlásky typu J, T a K



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ

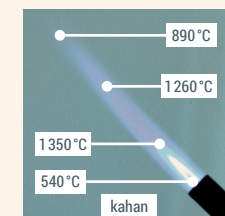
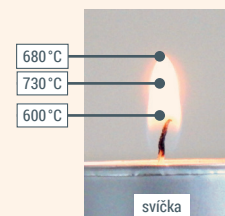


Q40 Teplota plamene

S tímto odolným termočlánekovým teploměrem lze měřit jak v kapalném dusíku (měří od -200°C), tak v plameni (do $+1400^{\circ}\text{C}$).

Teplota, na jakou se teploměr dokáže rozpálit, závisí na druhu plamene a také na umístění teploměru.

U svíčky lze dosáhnout teplot mezi 500°C a 1000°C , v plameni kahanu ukáže termočlánek i více než 1300°C .



Q43 Vývoj teploty při vaření vody



Q58 Teplota tuhnutí cínu (fázový přechod)





MĚŘENÍ pH

Všechna pH čidla Vernier lze používat i bez kalibrace.

Pro zpřesnění měření můžete kalibraci provést a uložit do paměti čidla.



Go Direct pH čidlo



GDX-PH
6 624 Kč



- pH čidlo pro vodné roztoky



Go Direct pH čidlo s plochou elektrodou



GDX-FPH
9 963 Kč



- lze použít s proteiny, sulfidy a TRIS pufrý
- výhodou ploché elektrody je nejen snadnější obsluha a údržba, ale také menší potřebné množství vzorku (není potřeba tak vysoká hladina roztoku)



Go Direct celoskleněné pH čidlo



GDX-GPH
9 611 Kč



- lze použít i v nevodných roztocích a organických rozpouštědlech



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ S PH ČIDLY



Okyselení vody vlivem CO₂ (kyselé deště)

Vydechováním vzduchu z plic do vody lze velmi rychle vodu okyselit (snížit její pH). Podobný princip hraje roli při vzniku kyselých dešťů.



Měření pH nápojů



Lze pH odhadnout podle chuti?



Neutralizace kyseliny



Změna pH při ředění roztoku



Go Direct čítač kapek



GDX-DC
7 180 Kč



- přesné počítání kapek až do rychlosti 6 kapek za sekundu
- kalibrace není nutná, ale pro zpřesnění měření odkapaného objemu je možné kalibraci provést pro konkrétní roztok při konkrétní teplotě
- lze připevnit k tyčovému stojanu
- dva kruhové otvory pro uchycení čidel (průměr 7 mm a 13 mm)
- s čidlem dodáváme také:
 - zásobník na titrační činidlo
 - ventil pro přesné nastavení frekvence kapek
 - magnetické mikromíchadlo nasaditelné na pH čidlo (spolupracuje s magnetickou míchačkou)

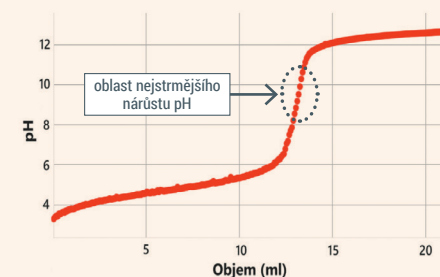


PŘÍKLAD EXPERIMENTU



Acidobazická titrace

Čítač kapek, magnetická míchačka a pH čidlo umožňují provádět titraci jednoduše a názorně. Pomocí roztoku NaOH (titrační činidlo) jsme zjišťovali koncentraci kyseliny octové v kuchyňském octu. Naměřená koncentrace 7,9 % se dobře shodovala s výrobcem deklarovanou hodnotou 8 %.



VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct pH čidlo		6 624 Kč	GDX-PH
Go Direct TRIS kompatibilní pH čidlo s plochou elektrodou		9 963 Kč	GDX-FPH
Go Direct celoskleněné pH čidlo		9 611 Kč	GDX-GPH
Go Direct čítač kapek		7 180 Kč	GDX-DC
pH čidlo		7 590 Kč	PH-BTA
Čítač kapek		7 894 Kč	VDC-BTD
Magnetická míchačka		11 173 Kč	STIR
Skladovací roztok pro pH čidla (0,5 litru)		1 761 Kč	PH-SS
Pufry pro kalibraci pH čidel (po 10 kusech pro pH 4, 7 a 10)		2 368 Kč	PH-BUFCAP





OPTICKÉ METODY V CHEMII



Go Direct kolorimetr



GDX-COL
8 293 Kč



- rozsah absorbance 0,05–1
- rozsah transmittance 10–90 %
- vlnové délky (nm): 430, 470, 565, 635
- šachta pro umístění kyvety



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



266 Určení koncentrace pomocí Lambertova-Beerova zákona



267 Závislost absorbance na čase

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct kolorimetr		8 293 Kč	GDX-COL
Go Direct polarimetr		32 942 Kč	GDX-POL
Go Direct čidlo světla a UVA záření		6 067 Kč	GDX-LC
Spektrometr Go Direct SpectroVis Plus		28 953 Kč	GDX-SVISPL
Go Direct UV-VIS spektrometr		181 272 Kč	GDX-SPEC-UV
Go Direct fluorescenční a UV-VIS spektrometr		211 494 Kč	GDX-SPEC-FUV
Optické vlákno pro GDX-SVISPL, GDX-SPEC-UV a GDX-SPEC-FUV		4 797 Kč	VSP-FIBER
Go Direct emisní spektrometr bez kyvetové šachty		57 422 Kč	GDX-SPEC-EM
VIS spektrometr s kyvetovou šachtou		122 953 Kč	GDX-SPEC-VIS
Optické vlákno pro GDX-SPEC-EM a GDX-SPEC-VIS		6 619 Kč	VSP-EM-FIBER
Spektrometr pro zábleskovou fotolýzu		400 691 Kč	VSP-FP
Čidlo UVA záření		8 197 Kč	UVA-BTA
Čidlo UVB záření		8 197 Kč	UVB-BTA
Go Direct zákaloměr (nefelometr)		10 130 Kč	GDX-TRB



Spektrometr Go Direct SpectroVis Plus



GDX-SVISPL
28 953 Kč



- rozsah 380–950 nm
- rozlišení 1 nm
- excitační zdroje pro fluorimetrii 405 nm a 500 nm
- šachta pro umístění kyvety
- pro měření vnějších zdrojů světla je třeba dokoupit optické vlákno VSP-FIBER



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ

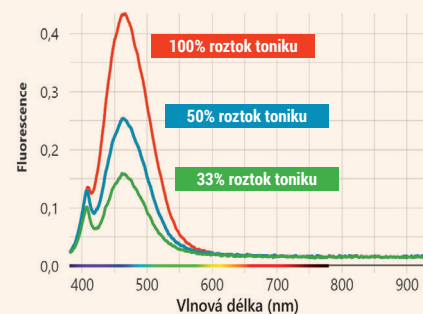


138 Fluorescence chininu

Chinin je látka známá jako základ léků proti malárii, běžněji ji ale potkáme jako přísadu toniku, kterému dodává typickou hořkou chuť.

Molekula chininu vykazuje fluorescenci – může pohltit foton fialového či ultrafialového světla a následně místo něj vyzářit modré světlo.

V experimentu jsme využili fialovou excitační diodu spektrometru a měřili jsme fluorescenční odezvu v závislosti na ředění toniku.



102 Spektrální analýza chemického složení plynu



105 Určení koncentrace pomocí Lambertova-Beerova zákona



237 Závislost absorbance na čase



Go Direct UV-VIS spektrometr



GDX-SPEC-UV
181 272 Kč



- rozsah 220–850 nm
- rozlišení 1 nm
- šachta pro umístění kyvety
- pro měření vnějších zdrojů světla je třeba



Go Direct fluorimetr a UV-VIS spektrometr



GDX-SPEC-FUV
211 494 Kč



- rozsah 220–850 nm
- rozlišení 1 nm
- šachta pro umístění kyvety
- se spektrometrem dodáváme tyto excitační zdroje (nm): 375, 450 a 525
- lze přikoupit excitační zdroje (nm): 280, 350, 400 a 500
- pro měření vnějších zdrojů světla je třeba dokoupit optické vlákno VSP-FIBER





Go Direct VIS spektrometr



GDX-SPEC-VIS
122 953 Kč



- rozsah 380–950 nm
- rozlišení 1 nm
- šachta pro umístění kyvety
- jemnější a přesnější vykreslování spektra oproti GDX-SVISPL



Spektrometr pro zábleskovou fotolýzu



VSP-FP
400 691 Kč

- pro studium rychlých fotochemických reakcí
- rozsah detektoru 350–1100 nm
- časové rozlišení 100 μ s
- excitační zdroj: xenonová výbojka
- dva barevné filtry umožňující omezit excitační spektrum
- sada 13 filtrů pro umístění před detektor, rozsah



Go Direct Emisní spektrometr bez kyvetové šachty



GDX-SPEC-EM
57 422 Kč



- rozsah 350–900 nm
- rozlišení 1 nm
- bez šachty pro umístění kyvety
- jemnější a přesnější vykreslování spektra oproti GDX-SVISPL
- vyžaduje optické vlákno VSP-EM-FIBER

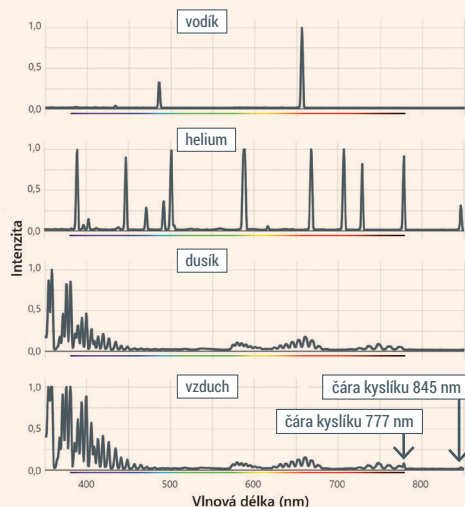


PŘÍKLAD EXPERIMENTU



102 Spektrální analýza chemického složení plynu

Vlnové délky, na kterých atomy a molekuly vyzařují světlo (tzv. spektrum), jsou jedinečné pro každý chemický prvek. Analýzou spektra lze proto zjistit, které prvky jsou ve vzorku zastoupeny. V experimentu jsme využili spektrální trubice s vodíkem, heliem, dusíkem a vzduchem.

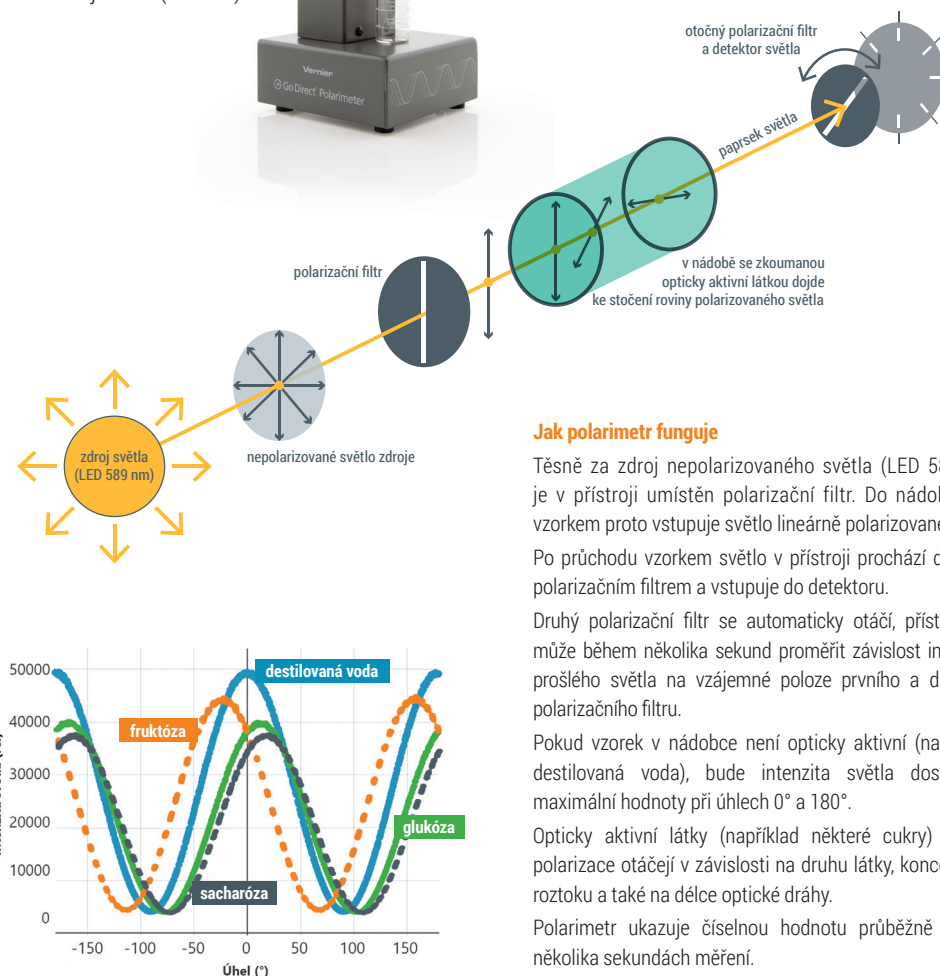


Go Direct polarimetr

GDX-POL
32 942 Kč



- výsledek do několika sekund
- lze měřit časový vývoj (např. při mutarotaci)
- přesnost lepší než 1°
- LED zdroj světla (589 nm)



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



137 Měření koncentrace sacharózy



140 Měrná optická otáčivost různých látek



145 Mutarotace glukózy



260 Závislost úhlu otočení na optické dráze

Jak polarimetr funguje

Těsně za zdroj nepolarizovaného světla (LED 589nm) je v přístroji umístěn polarizační filtr. Do nádoby se vzorkem proto vstupuje světlo lineárně polarizované.

Po průchodu vzorkem světlo v přístroji prochází druhým polarizačním filtrem a vstupuje do detektoru.

Druhý polarizační filtr se automaticky otáčí, přístroj tak může během několika sekund proměřit závislost intenzity prošlého světla na vzájemné poloze prvního a druhého polarizačního filtru.

Pokud vzorek v nádobce není opticky aktivní (například destilovaná voda), bude intenzita světla dosahovat maximální hodnoty při úhlech 0° a 180°.

Opticky aktivní látky (například některé cukry) rovinu polarizace otáčejí v závislosti na druhu látky, koncentraci roztoku a také na délce optické dráhy.

Polarimetr ukazuje číselnou hodnotu průběžně již po několika sekundách měření.





ELEKTRO- CHEMIE



Go Direct čidlo vodivosti (konduktometr)



GDX-CON

8 071 Kč



- rozsah 0–20 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- rozsah teplot 0–80 °C
- lze zapnout teplotní kompenzaci v rozsahu 0–35 °C
- měří též teplotu
- pro přesná konduktometrická měření lze provést kalibraci a uložit ji do paměti senzoru
- lze dokoupit kalibrační standardy:
 - 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CON-LST)
 - 1 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CON-MST)
 - 12 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CON-HST)



PŘÍKLAD EXPERIMENTU



Elektrická vodivost kapalin (mineralizace vody)

Jednou z charakteristik kvality vody je množství rozpuštěných iontů. Pitná voda jich nesmí obsahovat ani málo, ani moc. S množstvím rozpuštěných iontů roste také měrná elektrická vodivost vody.



Go Direct proudový zdroj a ampérmetr



GDX-CCS

6 401 Kč



- kombinace regulovatelného stejnosměrného zdroje a ampérmetru pro měření celkového elektrického náboje



PŘÍKLAD EXPERIMENTU



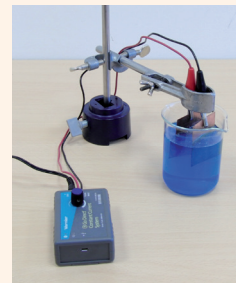
Kolik váží atom mědi

Do roztoku síranu měďnatého (modré skalice) jsme ponořili dva měděné plíšky připojené k vývodům čidla GDX-CCS. Spustili jsme měření a nastavili jsme knoflíkem čidla proud 0,3 A.

V průběhu experimentu se z měďnatých kationtů přijetím dvou elektronů stávaly atomy mědi, které se vylučovaly na katodě. Po přibližně 20 minutách jsme experiment ukončili.

V programu Graphical Analysis jsme určili velikost elektrického náboje, který roztokem prošel (395,8 C). Díky tomu jsme znali i celkový počet elektronů, a tedy i nově vyloučených atomů mědi.

Plíšek, na kterém se vylučovaly atomy mědi, jsme zvážili před experimentem i po něm na velmi přesných vahách (OHSK-123). Přírůstek hmotnosti byl 0,135 g. Z toho jsme určili relativní atomovou hmotnost mědi jako 65,6 (což je rozdíl asi 3 % oproti tabulkové hodnotě 63,5).



Go Direct voltmetr



GDX-VOLT

5 743 Kč

- rozsah $\pm 20\text{ V}$

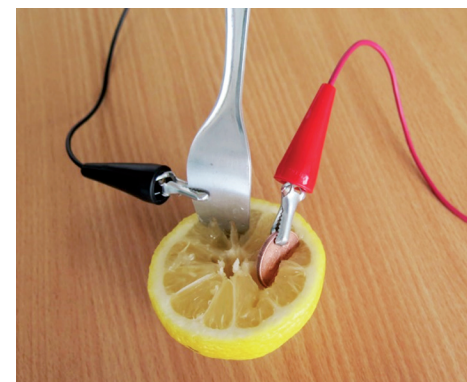


PŘÍKLAD EXPERIMENTU



Citronová baterie

V galvanických článcích vzniká elektrické napětí mezi dvěma různými kovy (elektrodami), které jsou umístěny v elektrolytu. V našem experimentu byla elektrolytem citronová šťáva a jako elektrody jsme použili běžně dostupné materiály jako například desetikorunu (měděný povrch) a hliníkovou vidličku.



VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct čidlo vodivosti (konduktometr)		8 071 Kč	GDX-CON
Go Direct proudový zdroj a ampérmetr		6 401 Kč	GDX-CCS
Go Direct voltmetr		5 743 Kč	GDX-VOLT
Go Direct zařízení pro cyklickou voltametrii		61 170 Kč	GDX-CVS
Go Direct senzor oxidačně-redukčních potenciálů (ORP)		7 737 Kč	GDX-ORP
Go Direct konduktometr s platinovou elektrodou		12 190 Kč	GDX-CONPT
Go Direct čidlo salinity		11 633 Kč	GDX-SAL





Go Direct zařízení pro cyklickou voltametrii



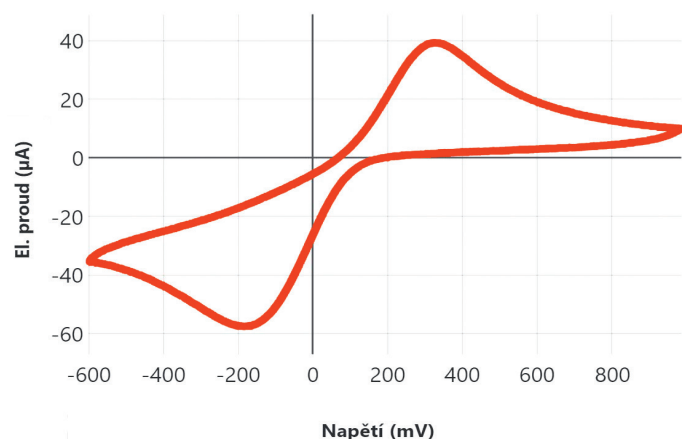
GDX-CVS
61170 Kč



- režimy:
 - cyklická voltametrie
 - coulometrie při konstantním napětí
 - samovolný korozní potenciál
- rozsah napětí $\pm 1\,200\text{ mV}$
- proudový rozsah $\pm 1\,000\text{ }\mu\text{A}$
- rozměry $9\text{ cm} \times 6\text{ cm} \times 3\text{ cm}$
- v balení 25 ks vyměnitelných elektrod (elektrody lze dokupovat podle potřeby)

Cyklická voltametrie

Cyklická voltametrie je druhem elektrochemického měření, při kterém se potenciál pracovní elektrody v čase mění, přičemž rozsah napětí a rychlost skenování si uživatel může zvolit. Na obrázku níže je ukázka voltamogramu.



STANOVENÍ KONCENTRACE IONTŮ VE VODĚ

Iontově selektivní čidla umožňují stanovit koncentraci iontů ve vodě v miligramech na litr. Jsou k dispozici v Go Direct variantě i v BTA variantě pro ionty Ca^{2+} , Cl^- , K^+ , NH_4^+ , NO_3^- .



Přehled iontově selektivních čidel a příslušenství k nim najdete na www.vernier.cz/ISE.

Kalibrace elektrod

Elektrody je potřeba kalibrovat před každým měřením – kalibrační roztoky jsou součástí balení.

Vyměnitelné hlavice elektrod

PVC membrány elektrod mají životnost omezenou na zhruba jeden až dva roky (kromě chloridové elektrody, která touto degradací netrpí).

Hlavice s membránami lze vyměňovat (5588 Kč), není potřeba kupovat celou elektrodu znovu.

Možnost použít elektrody jiných výrobců

Každé Go Direct iontově selektivní čidlo se skládá z BNC elektrody a zesilovače elektrodového signálu. K zesilovači lze připojit i BNC elektrody jiných výrobců, se kterými po kalibraci můžete měřit stejně jako s elektrodami Vernier.

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct čidlo vápenatých iontů	 	19 425 Kč	GDX-CA
Go Direct čidlo chloridových iontů	 	18 312 Kč	GDX-CL
Go Direct čidlo draselných iontů	 	19 203 Kč	GDX-K
Go Direct čidlo amonných iontů	 	18 312 Kč	GDX-NH4
Go Direct čidlo dusičnanových iontů	 	19 425 Kč	GDX-NO3
Go Direct zesilovač pro připojení BNC elektrod (i jiných výrobců)	 	4 954 Kč	GDX-ISEA
Čidlo vápenatých iontů		21 252 Kč	CA-BTA
Čidlo chloridových iontů		20 038 Kč	CL-BTA
Čidlo draselných iontů		21 009 Kč	K-BTA
Čidlo amonných iontů		20 038 Kč	NH4-BTA
Čidlo dusičnanových iontů		21 252 Kč	NO3-BTA





OSTATNÍ ČIDLA PRO CHEMII



Go Direct čidlo tlaku plynu



GDx-GP

6 624 Kč



- rozsah 0–400 kPa
- citlivost 0,03 kPa
- příslušenství k tlakovému čidlu (stříkačka se závit, ventil, hadička, ...)

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct čidlo tlaku plynu		6 624 Kč	GDx-GP
Go Direct velkorozsahové čidlo tlaku plynu (rozsah 0 až 690 kPa)		15 050 Kč	GDx-WRPL
Go Direct bodotávek		37 014 Kč	GDx-MLT
Go Direct plynový chromatograf		269 895 Kč	GDx-GC
Go Direct čidlo oxidu uhličitého ve vzduchu		13 859 Kč	GDx-CO2
Go Direct čidlo plynného kyslíku ve vzduchu		13 303 Kč	GDx-O2
Go Direct čidlo ve vodě rozpuštěného kyslíku		23 271 Kč	GDx-ODO
Go Direct čítač kapek		7 180 Kč	GDx-DC
Čítač kapek		7 894 Kč	VDC-BTD
Magnetická míchačka		11 173 Kč	STIR
Váhy (rozsah 120 g, citlivost 0,001 g)		13 108 Kč	OHSK-123
Váhy (rozsah 2 200 g, citlivost 0,01 g)		15 706 Kč	OHSK-2202

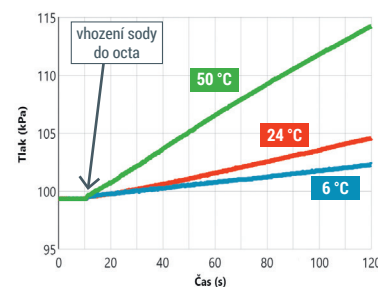


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



108 Rychlost chemické reakce – vliv teploty

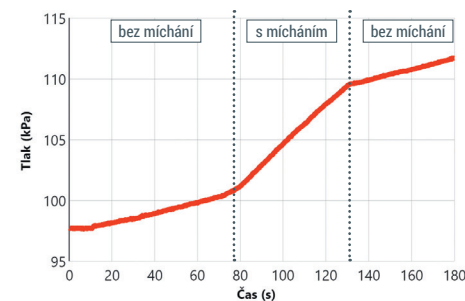
Rychlost chemické reakce bývá výrazně ovlivněna teplotou reagujících látek. Většina jednoduchých reakcí probíhá při vyšších teplotách rychleji. Tuto skutečnost vystihuje van't Hoffovo empirické pravidlo, podle kterého se při zvýšení teploty reaktantů o 10 °C zvyší rychlost reakce zhruba 1,5–4krát.



107 Rychlost chemické reakce – vliv míchání

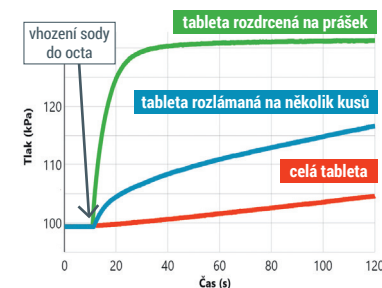
Průběh mnoha chemických reakcí lze urychlit také mícháním.

Po vhození tablety jedlé sody do octa vzniká oxid uhličitý výrazně rychleji, pokud byla aktivována magnetická míchačka.



106 Rychlost chemické reakce – vliv povrchu

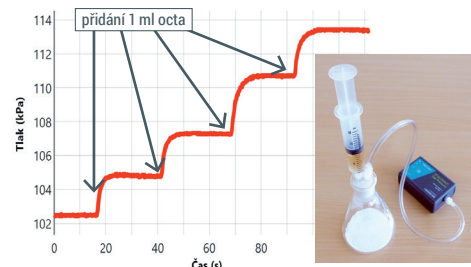
Jedním z parametrů ovlivňujících rychlost chemické reakce je velikost povrchu reagujících látek. Prášek má mnohem větší reakční povrch než stejné množství látky v celku (hrudka, tableta).



102 Změny tlaku při chemické reakci

Při smíchání jedlé sody a octa vzniká oxid uhličitý. Probíhá-li reakce v uzavřené nádobě, roste tlak plynu uvnitř nádoby, což lze s Vernierem změřit a vizualizovat.

Na dno nádoby jsme nasypali jedlou sodu v prášku a přes šroubovací uzávěr jsme připojili nejen tlakové čidlo, ale také stříkačku naplněnou octem. Vždy po přidání 1 ml octa část jedlé sody zreagovala s kyselinou octovou, vyvinulo se určité množství oxidu uhličitého a tlak v nádobě vzrostl.





Go Direct plynový chromatograf



GDX-GC
269 895 Kč



- rozměry: 108 mm × 191 mm × 133 mm
- hmotnost: 1,3 kg
- pracovní teplota kolony: 30–160 °C
- maximální rychlost ohřevu: 10 °C/min
- nosný plyn: vzduch
- software a školení zdarma
- chromatograf **není určen** k analýze vzorků obsahujících:
 - významný podíl vody
 - aminy (nebo jakékoliv jiné alkalické látky)

Skupiny sloučenin vhodných k analýze		
Skupina	Přípustná délka řetězce	Teploty varu (°C)
aldehydy	C ₁ – C ₈	50–175
alkany	C ₄ – C ₁₂	30–220
alkoholy	C ₁ – C ₆	50–175
amidy	C ₃ – C ₄	150–250
aromatické uhlovodíky	C ₆ – C ₁₁	80–220
estery	C ₂ – C ₁₀	30–200
ethery	C ₂ – C ₈	30–110
fosfonáty	C ₂ – C ₉	180–210
halogenované uhlovodíky	C ₁ – C ₈	30–120
heterocyklické sloučeniny	C ₅ – C ₈	100–150
karboxylové kyseliny	C ₁ – C ₄	100–150
ketony	C ₃ – C ₈	50–175
nitrily	C ₂ – C ₅	50–120
nitroalkany	C ₁ – C ₆	100–210
sulfidy	C ₄ – C ₈	90–150



PŘÍKLAD EXPERIMENTU

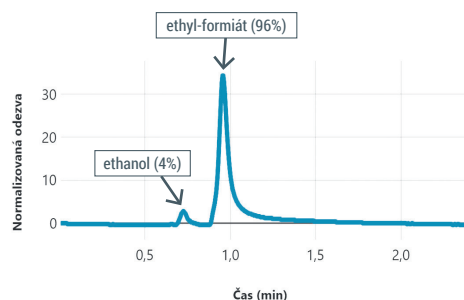


Příprava ethyl-formiátu

Ethyl-formiát (tzv. rumový ether) lze připravit esterifikací kyseliny mravenčí ethanolem, přičemž vznikající produkt se průběžně oddestilovává.

Chromatogram na obrázku vpravo byl pořízen plynovým chromatografem po první destilaci. Software umožňuje určit plochu každého píku – ta odpovídá podílu jednotlivých složek.

Zjistili jsme tak, že po 1. destilaci byla čistota přibližně 96 % a po 2. destilaci již byla čistota téměř 100 %.



Go Direct bodotávek



GDX-MLT
37 014 Kč



- teplotní rozsah: pokojová teplota až 260 °C
- rozlišení: 0,10 °C, přesnost: ±0,5 °C
- nastavitelná rychlost změny teploty
- tři osvětlené sloty pro kapilární trubice
- zvětšovací čočka pro sledování vzorků
- součástí balení je 100 kapilár pro vzorky

Co je bodotávek

Bodotávek slouží ke stanovení teploty tání. Skládá se z elektricky vyhřívané plotýnky, teploměru a zvětšovací optické soustavy pro pozorování krystalků tajících v tenkých kapilárah.



Go Direct čidlo koncentrace kyslíku rozpuštěného ve vodě



GDX-ODO
23 271 Kč



- rozsah 0–20 mg/l (0–300 % saturace)
- měří též tlak a teplotu
- automatická teplotní kompenzace (0–50 °C)
- automatická kompenzace tlaku (30–200 kPa)
- hlavici je potřeba přibližně jednou za dva roky vyměnit (GDX-ODO-CAP)

- přesnost v režimu mg/l:
 - ±0,2 mg/l (při hodnotách do 10 mg/l)
 - ±0,4 mg/l (při hodnotách nad 10 mg/l)
- přesnost v režimu procent:
 - ±2 % (při hodnotách do 100 %)
 - ±5 % (při hodnotách nad 100 %)



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ S ČIDLY O₂ A CO₂



284 Změna složení vzduchu při hoření svíčky



286 Absorpce CO₂ do roztoku NaOH



307 Měření spotřeby O₂ při oxidaci železa ve vodě





MĚŘENÍ TEPLOTY



Go Direct tyčový teploměr



GDX-TMP
4776 Kč



- rozsah -40°C až $+125^{\circ}\text{C}$



Go Direct bodový teploměr



GDX-ST
6067 Kč



- rozsah -25°C až $+125^{\circ}\text{C}$
- malé rozměry, rychlá reakce na změnu teploty
- vhodný i pro měření teploty vydechovaného

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct tyčový teploměr (-40°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		4776 Kč	GDX-TMP
Go Direct bodový teploměr (-25°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		6067 Kč	GDX-ST
Go Direct senzor počasí (-40°C až $+120^{\circ}\text{C}$)		9963 Kč	GDX-WTHR
USB tyčový teploměr (-20°C až $+115^{\circ}\text{C}$)		3340 Kč	GO-TEMP
Tyčový teploměr (-40°C až $+135^{\circ}\text{C}$)		3583 Kč	TMP-BTA
Bodový teploměr (-25°C až $+125^{\circ}\text{C}$)		2368 Kč	STS-BTA
Teploměr s délkou kabelu 30 m (-50°C až $+150^{\circ}\text{C}$)		6983 Kč	TPL-BTA



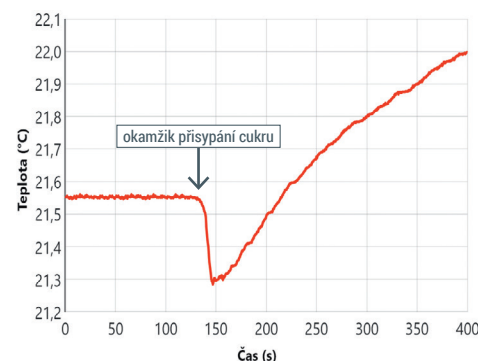
PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ S TEPLOTNÍMI ČIDLY



041 Metabolismus kvasinek (alkoholové kvašení)

Kvasinky (potravinářské droždí) jsme si rozmíchali ve vodě. Dokud jsme kvasinky „nenakrmili“ cukrem, neprojevovaly žádnou aktivitu a teplota vody byla konstantní. Po přisypání cukru krátkodobě poklesla teplota, protože rozpouštění cukru je endotermický proces. Kvasinky se aktivovaly a začaly se množit. Svým metabolismem vytvářely teplo, čímž už po několika minutách ohřály lázeň výrazně nad původní teplotu.

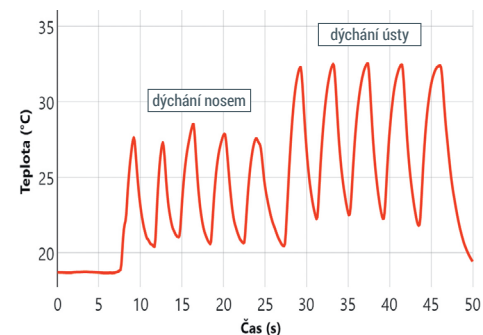
Tip: Aktivitu kvasinek lze sledovat také čidlem oxidu uhličitého (GDX-CO2) nebo čidlem koncentrace ethanolových par (GDX-ETOH). S využitím teploměru lze pak zkoumat, při jakých teplotách lázně jsou kvasinky neaktivnější či jaká teplota je znič.



132 Horní cesty dýchací jako výměník tepla

Měření s bodovým teploměrem ukázalo, že vzduch vydechovaný ústy má výrazně vyšší teplotu než vzduch vydechovaný nosem.

Vydechováním přes nos tedy ztrácí tělo v zimě méně tepla než vydechováním ústy – nosní dutina funguje jako účinný výměník tepla. Podobně při nadechování nosem se studený vzduch stihne cestou do plic ohřát více než při nadechování ústy.

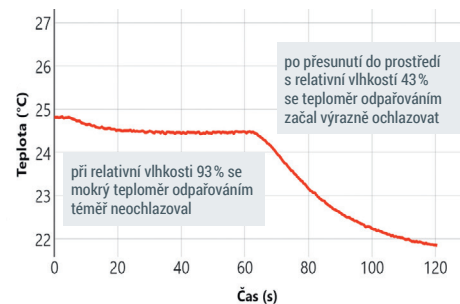


133 Ochlazování organismu pocením

Při vypařování vody (potu) z povrchu kůže se tělo ochlazuje. Tento mechanismus regulace teploty ale nefunguje v prostředí s vysokou relativní vlhkostí vzduchu, jak názorně ukazuje náš experiment.

Prostředím s nízkou relativní vlhkostí vzduchu byl vzduch v místnosti. Téměř stoprocentní vlhkosti vzduchu jsme dosáhli snadno v mikrotenovém sáčku, do kterého jsme rozprašovačem vstříkli trochu vody.

Relativní vlhkost jsme měřili senzorem počasí GDX-WTHR.



225 Teplota kůže



226 Teplota vody v různých hloubkách jezera



227 Teplota vody v různých místech podél toku řeky

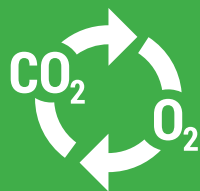


228 Vnímání teploty lidským organismem



229 Jak teplota ovlivňuje rychlost biochemických procesů





KYSLÍK A OXID UHLIČITÝ



Go Direct čidlo koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu



GDX-CO2
13 859 Kč



- rozsah 0–100 000 ppm (0–10 %)
- rozlišení 1 ppm

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct čidlo koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu		13 859 Kč	GDX-CO2
Go Direct čidlo koncentrace kyslíku ve vzduchu		13 303 Kč	GDX-O2
Go Direct čidlo koncentrace kyslíku rozpuštěného ve vodě		23 271 Kč	GDX-ODO
Čidlo koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu		19 370 Kč	CO2-BTA
Čidlo koncentrace kyslíku ve vzduchu		14 573 Kč	O2-BTA
Náhradní hlavice pro GDX-ODO		4 954 Kč	GDX-ODO-CAP
Renovace čidel GDX-O2 a O2-BTA po překročení životnosti		4 000 Kč	O2-REN
Plastová nádoba 250 ml pro biologické experimenty (s 2 otvory pro čidla O ₂ a CO ₂)		547 Kč	BC-250
Plastová nádoba 2 000 ml pro biologické experimenty (s 2 otvory pro čidla O ₂ a CO ₂)		1 518 Kč	BC-2000

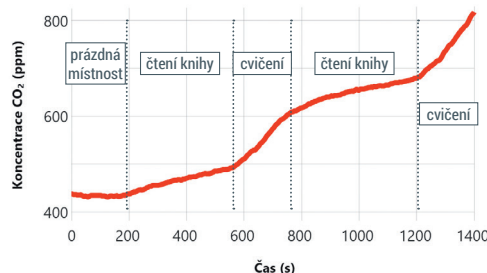


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



131 Produkce CO₂ v klidu a při cvičení

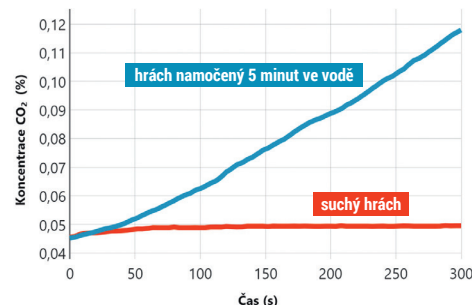
Při dýchání nadechujeme kyslík a vydechujeme oxid uhličitý. Během experimentu při pobytu v nevětrané místnosti koncentrace CO₂ postupně narůstala, přičemž fyzická aktivita produkci CO₂ výrazně zvýšila.



038 Dýchání semen hrachu

Zatímco suchá semena hrachu nevyvíjela téměř žádnou biologickou aktivitu, po jejich namočení došlo k „aktivaci“ – semena se připravovala na klíčení a začala dýchat, tedy stejně jako člověk spotřebovávala kyslík a produkovala oxid uhličitý.

Poznámka: Za vhodných podmínek a při dostatku světla rostliny produkují více kyslíku (fotosyntézou), než kolik jej spotřebují dýcháním. Až z hrášku vyroste rostlina s listy, bude se tak také chovat.



230 CO₂ v místnosti (příklad dynamické rovnováhy)

V uzavřené třídě plné lidí jsme spustili měření koncentrace CO₂.

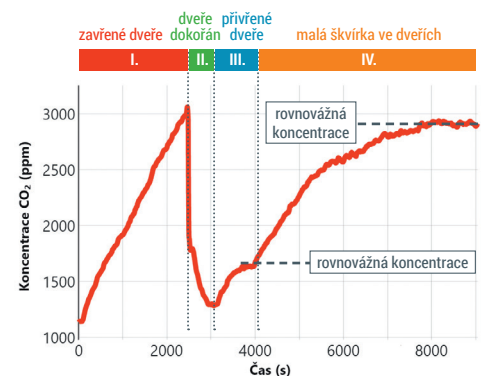
Oxid uhličitý vydechovaný lidmi neměl kam unikat, proto se v místnosti konstantní rychlostí hromadil (I).

Po čase jsme dokořán otevřeli dveře a místnost vyvětrali (II).

Následně jsme dveře přivřeli tak, aby vznikající CO₂ mohl unikat z místnosti ven jen úzkou mezerou. Postupně se ustavila dynamická rovnováha mezi rychlostí produkce CO₂ a rychlostí unikání CO₂ z místnosti ven (III).

V poslední části experimentu jsme dveře přivřeli ještě více a ponechali jen velmi úzkou škvíрку. Rovnovážná hodnota koncentrace CO₂ se tím posunula výrazně výše (IV).

Poznámka: Průměrná koncentrace CO₂ na Zemi je okolo 400 ppm (400 parts per million, čili 0,04 %). V bytech a kancelářích se koncentrace běžně pohybuje okolo 1 000 ppm. Při koncentraci několika tisíc ppm se postupně dostavuje malátnost, nevolnost, bolesti hlavy, zvýšený tep atd. Koncentrace přes 50 000 ppm už mohou být smrtelné.



319 Produkce CO₂ při kvašení za různých teplot



279 Hlídač koncentrace oxidu uhličitého





Go Direct čidlo koncentrace kyslíku ve vzduchu



GDX-O2
13 303 Kč

- rozsah 0–100 %
- rozlišení 0,01 %
- měří též teplotu
- po překročení životnosti čidla (min. 5 let) lze objednat jeho renovaci (O2-REN)

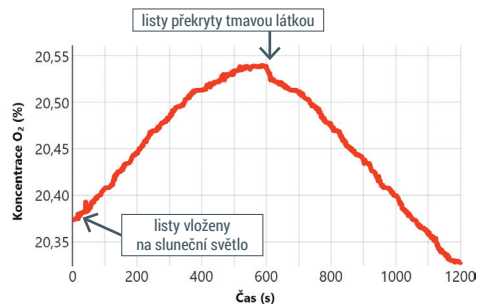


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



Fotosyntéza

Když na listy rostliny dopadal dostatek světla, produkce kyslíku při fotosyntéze převýšila spotřebu kyslíku při buněčném dýchání – koncentrace kyslíku v nádobě se pozvolna zvyšovala. Při nedostatku světla fotosyntéza nestačila nahrazovat kyslík spotřebovaný při buněčném dýchání, proto se koncentrace kyslíku v nádobě postupně snižovala.

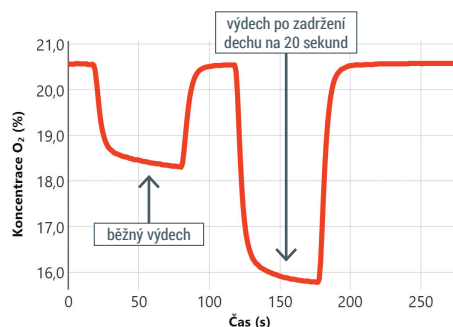


Spotřeba kyslíku při dýchání

Experiment ukázal, že ve vydechovaném vzduchu je koncentrace kyslíku znatelně nižší ve srovnání s nadechovaným vzduchem. Zatímco běžně v místnosti naměříme koncentraci kyslíku mezi 20 % a 21 %, ve vydechnutém vzduchu to bylo v našem případě už jen kolem 18 %.

Ještě méně kyslíku vydechne poté, co na nějakou dobu dech zadržíme. Během zadržení dechu totiž kyslík v plicích nadále prostupuje difuzí ze vzduchu do krve. V našem měření klesla koncentrace kyslíku po zadržení dechu na 20 sekund pod 16 %.

Poznámka: Z grafu je zřejmé, že vydechovaný vzduch obsahuje stále značné množství kyslíku – při život zachraňujícím dýchání z úst do úst tedy lze dopravovat do postižené osoby dostatek kyslíku.



Go Direct čidlo koncentrace kyslíku rozpuštěného ve vodě



GDX-ODO
23 271 Kč

- rozsah 0–20 mg/l (0–300 % saturace)
- měří též tlak a teplotu
- automatická teplotní kompenzace (0–50 °C)
- automatická kompenzace tlaku (30–200 kPa)
- hlavici je potřeba přibližně jednou za dva roky vyměnit (GDX-ODO-CAP)



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



Proč se ryby v teplé vodě dusí

Kyslík se do vody může dostat několika způsoby: probubláváním (v peřejích a vodopádech), fotosyntézou prováděnou vodními rostlinami a také samovolně difuzí ze vzduchu nad hladinou.

Rozpustnost kyslíku výrazně závisí na teplotě. Pokud (typicky v létě) teplota vody příliš vzroste, nemusí už pojmout dostatek kyslíku a ryby se začnou dusit.

S čidlem koncentrace kyslíku rozpuštěného ve vodě lze měřit v rybnících, řekách a akváriích, ale také můžete zkoumat v laboratoři vliv teploty na množství rozpuštěného kyslíku nebo to, jak množství rozpuštěného kyslíku ovlivňují vodní rostliny a další vlivy.

Rozpustnost kyslíku ve vodě (tabulkové hodnoty)

teplota (°C)	koncentrace (mg/l)
0	14,6
10	11,3
20	9,1
30	7,6
40	6,4
50	5,6

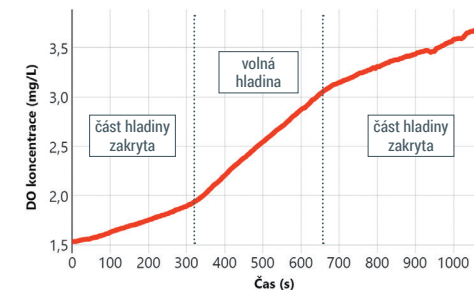


Difúze kyslíku do vody

Ve studené vodě z vodovodu jsme naměřili koncentraci kyslíku přibližně 9 mg/l. Vodu jsme převařením zbavili většiny rozpuštěného kyslíku, nalili ji do kádinky a ochladili.

Jakmile se voda ochladila na pokojovou teplotu, spustili jsme znovu měření. Nejprve jsme část hladiny zakryli, abychom omezili plochu, přes kterou může kyslík ze vzduchu do vody difundovat. Po několika minutách jsme hladinu odkryli. V grafu se to projevilo zlomem, voda se začala okysličovat rychleji. Nakonec jsme ještě jednou část hladiny zakryli.

Experiment prokázal, že kyslík přechází ze vzduchu do vody difuzí – a to tím rychleji, čím větší je plocha volné hladiny.





FYZIOLOGIE ČLOVĚKA



Go Direct voltmetr



GDX-VOLT
5743 Kč



- rozsah ± 20 V
- rozlišení 5 mV



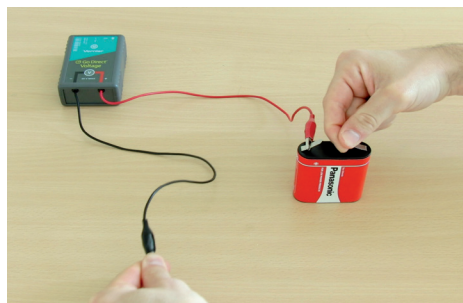
PŘÍKLAD EXPERIMENTU



Lidské tělo v elektrickém obvodu

Pro bezpečnou demonstraci vodivosti lidského těla jsme využili plochou baterii (4,5 V) a voltmetr.

Ukázalo se, že elektricky vodivý je i „lidský řetěz“ všech žáků ve třídě, kteří se drželi za ruce.



VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct monitor dechu s krokoměrem		8293 Kč	GDX-RB
Go Direct čidlo síly stisku ruky		8850 Kč	GDX-HD
Go Direct školní EKG senzor		11076 Kč	GDX-EKG
Náhradní elektrody pro EKG senzor (100 ks)		1154 Kč	ELEC
Go Direct voltmetr		5743 Kč	GDX-VOLT
Go Direct spirometr		13859 Kč	GDX-SPR
Go Direct čidlo krevního tlaku		7737 Kč	GDX-BP
Bezdrátový optický senzor srdečního tepu (s pásem okolo paže)		6623 Kč	GW-OHR
Bezdrátový senzor srdečního tepu (s pásem okolo hrudníku)		5404 Kč	GW-EHR



Go Direct EKG senzor

GDX-EKG
11076 Kč



- vzorkovací frekvence 400 Hz
- elektrokardiografie (EKG)
- elektromyografie (EMG)
- měření tepové frekvence
- frekvenční filtry pro kvalitnější snímání EKG i EMG
- v balení 100 kusů nalepovacích elektrod

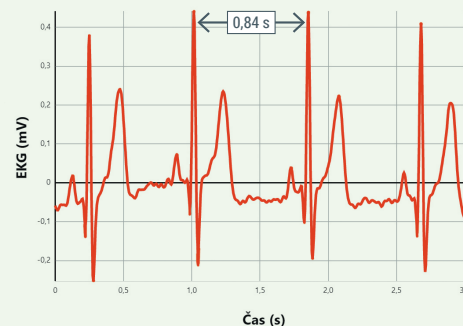


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



Elektrokardiogram (EKG)

Na obrázku je typický periodický průběh napěťových signálů – tzv. elektrokardiogram.



Jak rychle se po cvičení vrátí tep do normálu



Patelární reflex



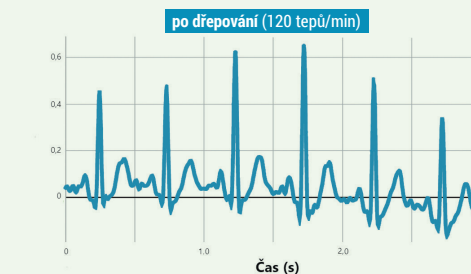
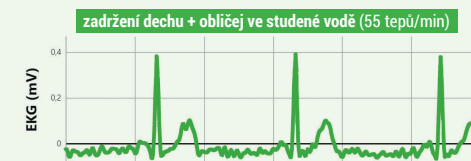
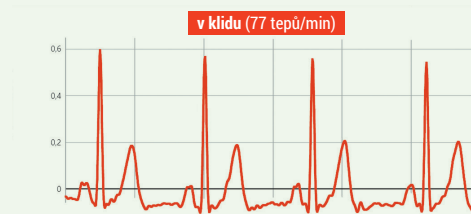
Souvislost mezi EKG a oscilacemi tlaku krve



Změny srdeční aktivity

Srdce mění svou tepovou frekvenci v závislosti na situaci, které je organismus vystaven. Při fyzické námaze tepová frekvence vzrůstá.

V lidském těle můžeme vyvolat ale také tzv. potápěcí reflex, v jehož důsledku se tepová frekvence naopak výrazně snižuje. Potápěcí reflex je spouštěn zadržením dechu a kontaktem obličeje se studenou vodou.





Go Direct monitor dechu s krokoměrem



GDX-RB
8 293 Kč

- měření dechové frekvence
- měření hloubky nádechu a výdechu



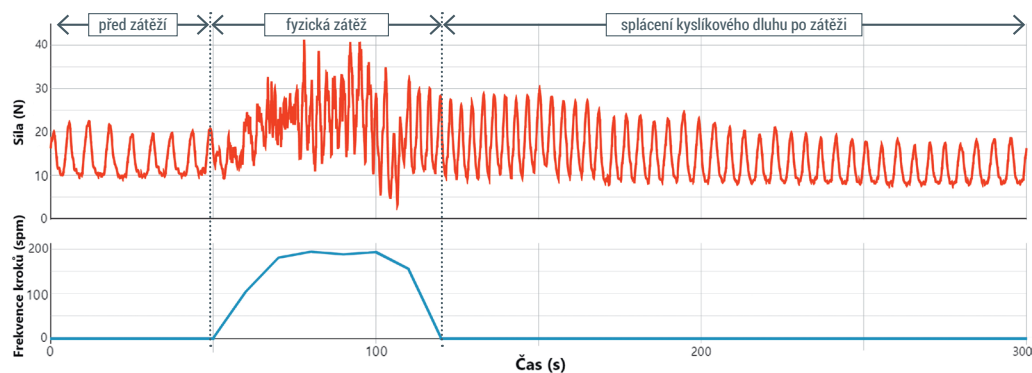
PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



116 Kyslíkový dluh po fyzické zátěži

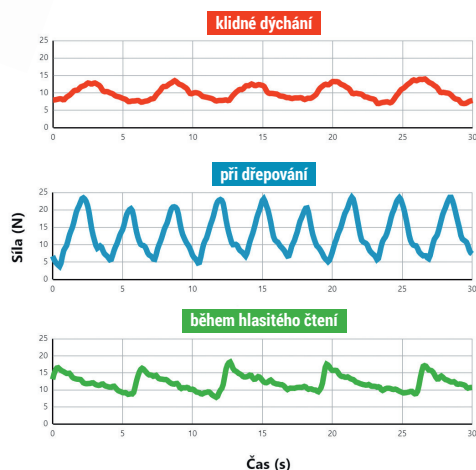
V tomto experimentu jsme využili i krokoměr zabudovaný v monitoru dechu ke zkoumání hloubky a frekvence dýchání během intenzivní fyzické námahy a po ní.

Ze záznamu síly napínající hrudní pás lze vyčíst, že během fyzické námahy a těsně po ní byly nádechy hlubší a častější ve srovnání s klidovým stavem.



115 Hloubka a frekvence dýchání

Zkoumali jsme hloubku a frekvenci dýchání v klidu, po cvičení a při hlasitém čtení textu.



Go Direct senzor síly stisku ruky



GDX-HD
8 850 Kč

- měření síly stisku při izometrické kontrakci
- rozsah 0–600 N

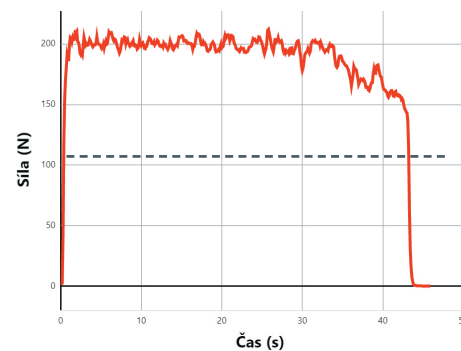


PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



126 Únava svalu

Příčně pruhované svaly jsou složeny ze svalových vláken, která se mohou stahovat (kontrahovat). Čím větší silou chceme působit, tím více vláken musí být ve svalu současně zapojeno. Při delší kontrakci postupně jednotlivým vláknům dochází energie. Krátce před selháním celého svalu můžeme v našem experimentu pozorovat pokles síly stisku, protože postupně více a více svalových vláken vypovídá svoji službu.



111 Reakční doba na zrakový podnět



112 Reakční doba na sluchový podnět



236 Reakční doba na hmatový podnět

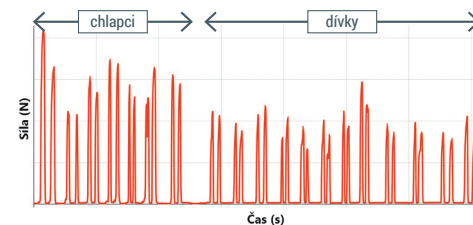


032 Měření síly stisku ruky

Zaznamenáváním do jednoho grafu lze během několika minut proměřit celou třídu.

Graf ukazuje záznam měření síly stisku pravé a levé ruky u 7 chlapců a 12 dívek.

Žáci mohou zkoumat, zda síla stisku závisí na věku, na pohlaví nebo na sportovní aktivitě a také zda se liší síla stisku levé a pravé ruky (a jak to mají leváci).

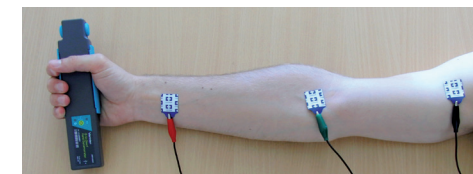
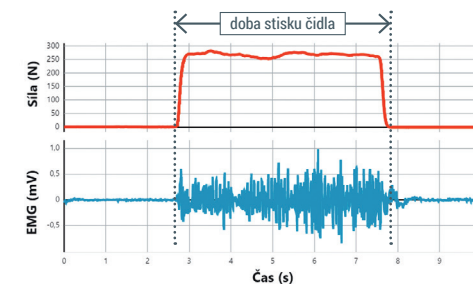


033 Elektrická aktivita svalu

Pomocí čidla EKG lze sledovat nejen srdeční sval, ale také další svaly v lidském těle.

Čidlo je pro studium elektromyografie vybaveno speciálním EMG režimem s vhodně nastavenými frekvenčními filtry.

Data získaná měřením ukazují souvislost mezi elektrickou aktivitou svalu a tím, zda je sval v relaxovaném, nebo v kontrahovaném stavu.





BIOCHEMIE



Go Direct pH čidlo



GDX-PH
6 624 Kč

- pH čidlo pro vodné roztoky
- kalibraci lze uložit do paměti čidla



Go Direct pH čidlo s plochou elektrodou



GDX-FPH
9 963 Kč

- lze použít s proteiny, sulfidy a TRIS pufrý
- výhodou ploché elektrody je snadnější obsluha a údržba, stačí také menší množství vzorku (není potřeba tak vysoká hladina roztoku)
- kalibraci lze uložit do paměti čidla



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ S PH ČIDLY



007 Lze odhadnout pH podle chuti?

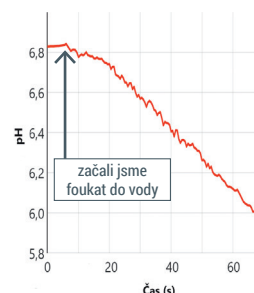
Chuť překyseleného nápoje lze vylepšit přidáním cukru. Jak přidání cukru ovlivní pH?



008 Okyselení vody vlivem CO₂

Rozpouštění plynů (nejen oxidu uhličitého, ale i oxidů síry a dusíku) ve vodě hraje roli při vzniku kyselých dešťů. Z atmosféry přechází oxid uhličitý také do oceánů, čímž mění jejich pH.

V našem experimentu jsme brčkem foukali do vody vzduch z plic (bohatý na oxid uhličitý). Pokles pH vody byl patrný již po několika desítkách sekund.



006 Měření pH nápojů



243 Měření pH půdy



244 Pálení žahy a jedlá soda



245 Měření pH povrchových vod



Go Direct čidlo vodivosti (konduktometr)



GDX-CON
8 071 Kč

- rozsah 0–20 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- rozsah teplot 0–80 °C
- lze zapnout teplotní kompenzaci v rozsahu 0–35 °C
- měří též teplotu
- pro přesná konduktometrická měření lze provést kalibraci a uložit ji do paměti senzoru
- lze dokoupit kalibrační standardy:
 - 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CON-LST)
 - 1 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CON-MST)



PŘÍKLAD EXPERIMENTU



011 Elektrická vodivost kapalin (mineralizace vody)

Jednou z charakteristik kvality vody je množství rozpuštěných iontů. Pitná voda jich nesmí obsahovat ani málo, ani moc. S množstvím rozpuštěných iontů roste také měrná elektrická vodivost vody.

měřená kapalina (cca 200 ml)	měrná elektrická vodivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
destilovaná voda	0 až 30
voda z kohoutku	několik stovek
minerální voda	přes tisíc
destilovaná voda + několik zrníček soli	několik desítek

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct pH čidlo	USB Bluetooth	6 624 Kč	GDX-PH
Go Direct TRIS kompatibilní pH čidlo s plochou elektrodou	USB Bluetooth	9 963 Kč	GDX-FPH
Go Direct čidlo vodivosti (konduktometr)	USB Bluetooth	8 071 Kč	GDX-CON
Go Direct spektrometr s excitačními zdroji pro fluorimetrii	USB Bluetooth	28 953 Kč	GDX-SVISPL
Optické vlákno pro GDX-SVISPL		4 797 Kč	VSP-FIBER
Go Direct kolorimetr	USB Bluetooth	8 293 Kč	GDX-COL
Go Direct čítač kapek	USB Bluetooth	7 180 Kč	GDX-DC
Go Direct čidlo koncentrace ethanolových par	USB Bluetooth	10 520 Kč	GDX-ETOH





Go Direct SpectroVis Plus



GDX-SVISPL
28 953 Kč



- rozsah 380–950 nm
- rozlišení 1 nm
- excitační zdroje pro fluorimetrii 405 nm a 500 nm
- šachta pro umístění kyvety



PŘÍKLAD EXPERIMENTU

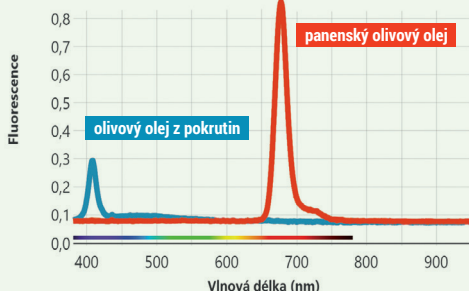


Potvrzení chlorofylu v panenském olivovém oleji

Vylisováním oliv za studena vzniká tzv. panenský olivový olej, který obsahuje rostlinné barvivo chlorofyl. Ze zbytků po lisování (tzv. pokrutin) se dalšími procesy za přítomnosti chemikálií, vysokých teplot a tlaků vyrábí pokrutinový olej. Ten již chlorofyl neobsahuje, protože byl při výrobě oleje zničen.

Molekuly chlorofylu vykazují tzv. fluorescence – po ozáření proudem fotonů s dostatečnou energií dochází k jejich pohlcení a následnému vyzáření fotonů s nižší energií.

Kyvetu se vzorkem oleje jsme ozářili fialovým světlem ze zabudované excitační diody. V naměřeném spektru modrá křivka odpovídá olivovému oleji z pokrutin, který fialové světlo vycházející z excitačního zdroje nepohlcoval. Červená křivka odpovídá panenskému olivovému oleji, který dopadající fialové světlo pohltí a místo něj vyzáří fotony červeného světla.



Optické vlákno pro GDX-SVISPL

VSP-FIBER
4 797 Kč



- vkládá se do kyvetového prostoru
- umožňuje měřit spektra vnějších světelných



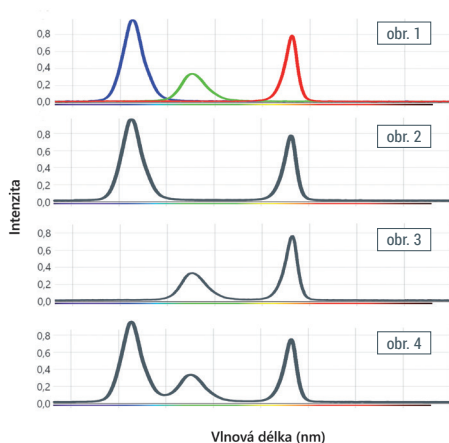
PŘÍKLAD EXPERIMENTU



Jak funguje barevné vidění

Jako RGB žárovka je označován běžně dostupný světelný zdroj ve tvaru klasické žárovky, v němž jsou ukryty tři svítivé diody (LED) – červená, zelená a modrá, každá s regulovatelným jasem.

Spektrometrem jsme nejprve změřili spektrum každé ze tří svítivých diod (obr. 1). Poté jsme nechali žárovku svítit fialově, přičemž spektrometr ukázal, že jsou přítomné fotony modrého a červeného světla (obr. 2). Žlutého vjemu bylo dosaženo kombinací zelené a červené diody (obr. 3) a bílého vjemu žárovka dosahuje tak, že v oku podráždí příslušnými fotony všechny tři druhy čípků, tedy buněk citlivých na barevné světlo (obr. 4).



OSTATNÍ ČIDLA PRO BIOLOGII



Go Direct senzor počasí (včetně korouhvičky)



GDX-WTVA
11 744 Kč



- rychlost a směr větru
- teplota, pocitová teplota
- index horka
- rosný bod
- relativní a absolutní vlhkost
- absolutní tlak vzduchu
- tlak vzduchu přepočítaný na hladinu moře

VÝBĚR Z NABÍDKY

		cena vč. DPH	objednávkový kód
Go Direct senzor počasí (včetně korouhvičky pro měření směru větru)		11 744 Kč	GDX-WTVA
Go Direct čidlo světla (včetně UVA záření)		6 067 Kč	GDX-LC
Go Direct detektor radiace		13 859 Kč	GDX-RAD
Go Direct hlukoměr s mikrofonom		6 067 Kč	GDX-SND
Go Direct čidlo tlaku plynu		6 624 Kč	GDX-GP
Čidlo UVA záření		8 197 Kč	UVA-BTA
Čidlo UVB záření		8 197 Kč	UVB-BTA
Go Direct pyranometr (solarimetr)		19 982 Kč	GDX-PYR
Go Direct senzor fotosynteticky aktivního záření (PAR)		20 539 Kč	GDX-PAR
Go Direct zákaloměr (nephelometr)		10 130 Kč	GDX-TRB
Go Direct čidlo salinity		11 633 Kč	GDX-SAL
Go Direct čidlo vlhkosti půdy		9 007 Kč	GDX-SM
Čidlo relativní vlhkosti vzduchu		5 404 Kč	RH-BTA





Go Direct čidlo světla



GDX-LC
6 067 Kč



- rozsah 0–150 000 lx
- vzorkovací frekvence až 1000 Hz



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ

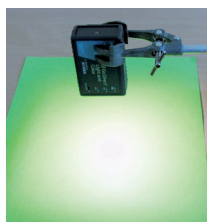


Q24 Odrazivost různě barevných povrchů (albedo)

Předměty kolem nás vnímáme jako různě barevné proto, že jejich povrchy odrážejí světlo různých vlnových délek různou měrou.

Zatímco bílé zbarvené plochy odrážejí většinu dopadajícího světla, černé povrchy většinu světla pohlcují a odrážejí velmi málo.

V experimentu jsme pomocí čidla světla porovnali, kolik světla odrazí papíry různých barev.



barva	intenzita osvětlení (lux)
bílá	996
žlutá	864
červená	457
zelená	382
modrá	281
černá	101

Měření ultrafialového záření UVA a UVB

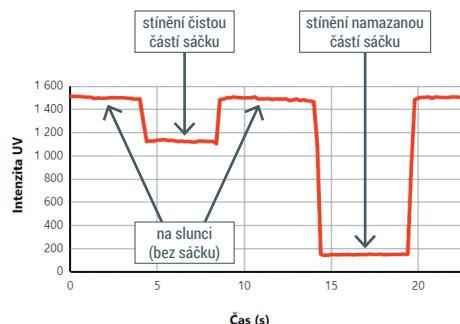
Na povrch Země přichází ze Slunce nejen viditelné světlo a infračervené záření, ale také záření ultrafialové (UV). Většina (až 99 %) dopadajícího UV záření se řadí k typu A (315–400 nm), pro člověka je ovšem nebezpečnější UV záření typu B (280–315 nm).

Pro měření UVB záření využijte čidlo UVB-BTA, pro měření UVA záření čidlo GDX-LC nebo UVA-BTA.



Q05 Opalovací krém a ochrana proti UV záření

Polovinu mikrotenového sáčku jsme natřeli opalovacím krémem, druhou polovinu jsme nechali čistou. Měření ukázalo, že zatímco čistý mikrotenový sáček pohltí jen malou část UV záření, po namazání opalovacím krémem již byla pohlcena většina UV záření.



Q46 Setrvačnost oka a regulace jasu LED žárovky



I11 Reakční doba na zrakový podnět



231 Střídání léta a zimy (dlouhodobé měření)



314 Noční režim displejů (s RGB senzorem)



Go Direct detektor radiace



GDX-RAD
13 859 Kč



- měří záření alfa, beta a gama
- indikace zachytu ionizujících částic: – bliknutím LED



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



220 Měření radiace v terénu

RNDr. Věra Koudelková, Ph.D., sepsala pro www.matfyz.cz sérii článků Fyzikální toulky. Její námět pro terénní měření s detektorem radiace má výrazné mezioborové přesahy nejen do oblasti lidského zdraví a ochrany přírody, ale i do historie. Ukázka z článku (zkráceno, upraveno):

V České republice najdeme na mapě tři větší lokality se zvýšenou radiací. Jde o okolí uranových dolů na Příbramsku, Jáchymovsku a v Dolní Rožínce na Vysočině. A právě haldy vytěženého materiálu na Příbramsku a Jáchymovsku, v jejichž okolí „to svítí“, jsou cílem dnešního výletu. Navíc jde o místa s velmi pohnutou minulostí, takže tu načerpáme informace nejen z oblasti fyziky. Za návštěvu stojí i památník Vojna Lešetice – původně zajatecký tábor sloužil po roce 1949 jako tábor nucených prací převážně pro odpůrce režimu. Dozvíte se zde nejen o podmínkách, za kterých byli místní vězni nuceni pracovat v uranových dolech, ale i o uranovém hornictví jako takovém.



Q48 Ochrana před radiací – stínění



Q49 Ochrana před radiací – vzdálenost



Senzor fotosynteticky aktivního záření (PAR)



PAR-BTA
22 466 Kč

- rozsah 0–2000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- rozlišení 1 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- měří vlnové délky 410–655 nm
- senzorická část je vodotěsná
- délka kabelu 6 m

Co je PAR

Měření světla luxmetry je založeno na spektrální citlivosti lidského oka, jehož maximální citlivost je na vlnové délce 555 nm. Spektrální citlivost rostlin je odlišná, větší citlivost mají rostliny v krajních oblastech viditelného spektra – v modré s maximem asi 450 nm, v červené s maximem asi 660 nm.

Fotosyntéza je účinnější v červené oblasti spektra – fotony červeného světla podporují nárůst rostlinné hmoty. Naopak modrá část spektra ovlivňuje morfologické vlastnosti, zabraňuje například přílišnému vytažování rostlin do výšky.

Jako fotosynteticky aktivní záření (*Photosynthetically Active Radiation* = PAR) se tedy označuje elektromagnetické záření v rozsahu vlnových délek přibližně 400–700 nm.

Rychlost fotosyntézy závisí na počtu přijatých fotonů, proto PAR senzor měří hustotu toku fotonů fotosynteticky aktivního záření (označuje se PPFD z anglického *Photosynthetic Photon Flux Density*). Jednotkou je mikromol na metr čtvereční za sekundu.



PŘÍKLADY EXPERIMENTŮ



232 Změna hodnoty PAR během dne



233 Závislost PAR na hloubce pod hladinou



234 Rychlost fotosyntézy v závislosti na PAR



235 Rychlost fotosyntézy v závislosti na druhu světla





PODPORA

PŘIPOJENÍ ČIDEL
EXPERIMENTY
ŠKOLENÍ
SOFTWARE
PROGRAMOVÁNÍ
BALÍČKY



Rozhraní LabQuest Mini



LQ-MINI
12 083 Kč

- pro připojení klasických (BTA, BTD) čidel přes USB k PC (čidla označená )
- 3×BTA port, 2×BTD port
- vzorkovací frekvence až 100 kHz
- při používání čidel řady Go Direct (jejich kódy začínají GDX-) není žádné rozhraní potřeba, tato čidla se připojují přímo přes USB a lze je připojit i bezdrátově přes Bluetooth

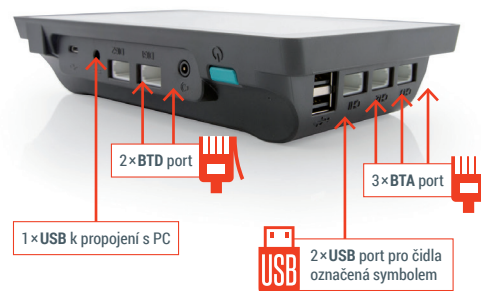


Datalogger LabQuest 3

LABQ3
27 871 Kč



Bluetooth pro bezdrátová
čidla označená symbolem



Připojení čidel

- 3×BTA a 2×BTD port pro čidla označená 
- 2×USB port pro čidla označená 
- Bluetooth pro bezdrátová čidla označená 
- 1×USB port k propojení LabQuestu s PC

Vizualizace a analýza

- okamžité hodnoty, tabulky, grafy
- základní analýza dat (odečet hodnot, statistika, zvětšování grafů, ...)
- pokročilá analýza dat (numerická derivace, integrace plochy pod grafem, prokládání dat matematickými funkcemi, FFT, ...)

Export a sdílení

- displeje všech LabQuestů ve třídě můžete bezdrátově zobrazovat na počítači v softwaru LabQuest Viewer (LQ-VIEW)
- měření lze bezdrátově přes WiFi sdílet v reálném čase s okolními tablety, telefony a PC
- naměřená data lze exportovat do tabulkového editoru, uložit na flash disk nebo odeslat z LabQuestu přes WiFi e-mailem

Technické parametry

- lze používat samostatně ve třídě i v terénu (akumulátor, velký barevný dotykový displej)
- lze využít jako rozhraní pro připojení čidel označených  k PC
- vzorkovací frekvence až 100 kHz
- hmotnost 549 g
- rozměry 11,7 cm × 19,0 cm × 4,0 cm
- kompatibilní se všemi drátovými i bezdrátovými čidly Vernier
- integrovaný GPS modul (globální navigace)

VÝBĚR Z NABÍDKY

	cena vč. DPH	objednávkový kód
Rozhraní LabQuest Mini	12 083 Kč	LQ-MINI
Datalogger LabQuest 3	27 871 Kč	LABQ3
Software LabQuest Viewer	5 161 Kč	LQ-VIEW
Software Graphical Analysis	zdarma na www.vernier.cz/GA	
Software Graphical Analysis Pro – licence pro 1 počítač na 1 rok	850 Kč	GAP-SINGLE
Software Graphical Analysis Pro – multilicence pro školu na 1 rok	8 359 Kč	GAP-1YR
Software Graphical Analysis Pro – multilicence pro školu na 2 roky	14 297 Kč	GAP-2YR
Software Graphical Analysis Pro – multilicence pro školu na 3 roky	17 761 Kč	GAP-3YR
Software Graphical Analysis Pro – multilicence pro školu na 4 roky	23 701 Kč	GAP-4YR
Software Graphical Analysis Pro – multilicence pro školu na 5 roků	29 641 Kč	GAP-5YR



Kuchařka jednoduchých experimentů

www.vernier.cz/kucharka
zdarma

Více než 100 návodů na jednoduché experimenty do hodin fyziky, chemie a biologie:

- seznam pomůcek
- teoretický úvod
- jak nastavit měření
- jak experiment provést
- ukázkový výsledek měření (tabulka, graf)
- na co si dát pozor, tipy a triky



V srpnu 2023 jsme do škol rozeslali tištěné Kuchařky.

Pokud vám brožury nepřišly, napište si o ně na adresu info@edufor.cz.

Všechny experimenty jsou též zdarma dostupné na adrese www.vernier.cz/kucharka.



Školení

info@edufor.cz
cena dohodou

- **délka školení:** obvykle cca 4 vyučovací hodiny
- **místo konání:** na vaší škole
- **cena:** dohodou, obvykle 8 tisíc Kč (závisí na místě a na počtu vyslaných lektorů)
- **kdo vás bude školit:** lektori se zkušenostmi z výuky mladších i starších žáků
- **doporučené pořadí školení:**
 1. školení pro začátečníky
 2. školení zaměřené na experimenty
 3. školení pro pokročilé
- **objednávka:** info@edufor.cz



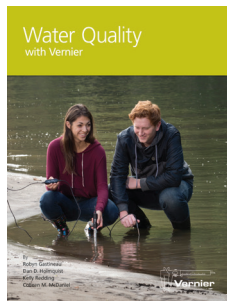
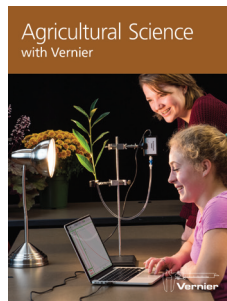
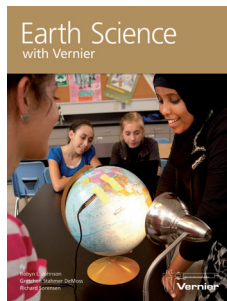
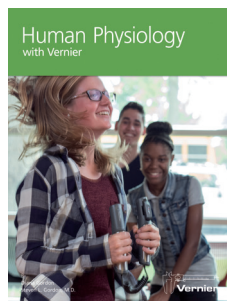
Originální anglické publikace

www.vernier.cz/knihy

Více než 50 originálních anglických knih

- publikace pokrývající fyziku, chemii, biologii, programování, obnovitelné zdroje, ...
- učitelská verze s ukázkami výsledků a metodickými poznámkami (pdf)
- editovatelné žákovské pracovní listy (docx)
- knihy jsou k dispozici v elektronické i tištěné podobě

Více na www.vernier.cz/knihy.



Software Graphical Analysis

www.vernier.cz/GA
zdarma

- zdarma v češtině pro Windows, Android, iOS, Chromebooky i Mac
- kompatibilní s klasickými (BTA a BTD) čidly i s bezdrátovými čidly Go Direct

Pro spektrometry GDX-SVISPL, GDX-SPEC-EM, GDX-SPEC-UV a GDX-SPEC-FUV je k dispozici varianta softwaru pod názvem **Spectral Analysis**.

Pro polarimetr GDX-POL, plynový chromatograf GDX-GC a zařízení pro cyklickou voltametrii GDX-CVS je k dispozici varianta softwaru pod názvem **Instrumental Analysis**.



Software Graphical Analysis Pro

od 850 Kč

Rozšířená placená varianta softwaru Graphical Analysis. Oproti základní verzi je zde navíc například:

- synchronizace videa a měření
- sdílení dat přes internet přímo během měření
- rychlá Fourierova transformace (FFT)
- prokládání naměřených hodnot libovolnými funkcemi (i uživatelem nově definovanými)
- lze zakoupit licenci pro 1 počítač na 1 rok nebo multilicenci pro celou školu na 1 až 5 roků



Programování, STEM

www.vernier.cz/STEM

Vybraná čidla Vernier lze používat v celé řadě programovacích prostředí, například:



Scratch



Arduino



Python



Blockly



JavaScript



LabVIEW

Více na www.vernier.cz/STEM.



Balíčky čidel na míru

www.vernier.cz/balicky

Připravili jsme ukázky balíčků čidel. Pro každý balíček si můžete stáhnout excelovský konfigurator a složení si upravit na míru.

Rádi vám pomůžeme balíček sestavit – kontaktujte nás na telefonu **773 693 244** nebo e-mailem na adrese info@edufor.cz.

Více na www.vernier.cz/balicky.

FYZIKA



Měření
teploty



Pohyb
a síla



Měření
tlaku



Zvuk



Elektrina a
magnetismus



Optika,
zařízení,
radioaktivita

CHEMIE



Měření
teploty



Měření pH



Optické
metody
v chemii



Elektro-
chemie



Stanovení
koncentrace
iontů ve vodě



Ostatní čidla
pro chemii

BIOLOGIE



Měření
teploty



Kyslík
a oxid uhličitý



Fyziologie
člověka



Biochemie



Ostatní čidla
pro biologii

PODPORA



Připojení
čidel



Experimenty



Školení



Software



Programování



Balíčky

KONTAKTY



info@edufor.cz



774 693 244

Edufor s. r. o., Příborská 518, 199 00 Praha 9

www.vernier.cz

