evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ

FYZIKA I - V PŘÍKLADECH

Řešené příklady

Problémové a testové úlohy

Prof. RNDr. Vilém Mádr, CSc.
Prof. Ing. Libor Hlaváč, Ph.D.
Doc. Ing. Irena Hlaváčová, Ph.D.
Mgr. Art. Dagmar Mádrová

Ostrava 2013

Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

Název: Fyzika I - v příkladech

Autoři: Prof. RNDr. Vilém Mádr, CSc., Prof. Ing. Libor Hlaváč, Ph.D., Doc. Ing. Irena Hlaváčová, Ph.D., Mgr. Art. Dagmar Mádrová

Vydání: první, 2013

Počet stran: 72

Náklad: 5

Jazyková korektura: nebyla provedena.

Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.

Název: Modernizace výukových materiálů a didaktických metod

Číslo: CZ.1.07/2.2.00/15.0463

Realizace: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

© Prof. RNDr. Vilém Mádr, CSc., Prof. Ing. Libor Hlaváč, Ph.D., Doc. Ing. Irena Hlaváčová, Ph.D., Mgr. Art. Dagmar Mádrová

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3180-0

OBSAH

1 ÚVOD 5

1.1 Příklad 1 5

1.2 Příklad 2 6

1.3 Příklad 3 9

1.4 Příklad 4 10

1.5 Příklad 5 12

1.6 Příklad 6 12

2 PROBLÉMOVÉ A TESTOVÉ ÚLOHY 14

0 Fyzika jako poznání 14

2.1 Mechanika 15

1.1 Gravitační pole 15

1.2 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený translační pohyb 16

1.3 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený rotační pohyb 19

1.4 Harmonický pohyb 21

1.5 Složené pohyby (vrh šikmý) 23

1.6 Newtonovy pohybové zákony 25

1.7 Pohybová rovnice. Impulsové věty. Moment síly a hybnosti 27

1.8 Časový účinek síly 28

1.9 Dráhový účinek síly 29

1.10 Mechanická energie 31

1.11 Pohyb setrvačníku 32

1.12 Pohyb těles po podložce 35

1.13 Kyvadlový pohyb 37

1.14 Chaotický pohyb (srážky těles, pohyb těles v tekutině) 40

1.15 Hydromechanika 41

2.2 Kmity, vlny, akustika 45

2.1 Kmity 45

2.2 Vlny 48

2.3 Akustika 51
3 ŘEŠENÍ ÚLOH 53
0 Fyzika jako poznání 53
1 Mechanika 53
1.1 Gravitační pole 53
1.2 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený translační pohyb 53
1.3 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený rotační pohyb 53
1.4 Harmonický pohyb 53
1.5 Složené pohyby (vrh šikmý) 53
1.6 Newtonovy pohybové zákony 54
1.7 Pohybová rovnice. Impulsové věty. Moment síly a hybnosti 54
1.8 Časový účinek síly 54
1.9 Dráhový účinek síly 54
1.10 Mechanická energie 54
1.11 Pohyb setrvačníku 54
1.12 Pohyb těles po podložce 54
1.13 Kyvadlový pohyb 54
1.14 Chaotický pohyb (srážky těles, pohyb těles v tekutině) 54
1.15 Hydromechanika 55
2 Kmity, vlny, akustika 55
2.1 Kmity 55
2.2 Vlny 55
2.3 Akustika 55
4 FYZIKÁLNÍ JEVY 56
5.1 Mechanika 56
5.2 Teplota 58
5.3 Mechanické kmity a vlny 60
5.4 Elektřina a magnetismus 61
5.5 Optika 64

5.6 Atomistika 67

5 POUŽITÁ LITERATURA: 70

1 ÚVOD

1.1 Příklad 1

Zadání:

V kabině pohybující se plošiny visí kyvadlo, jehož závaží má dobu kyvu 0,51 s. Určete velikost zrychlení a směr pohybu kabiny, víte-li, že v případě, že se plošina pohybuje stálou rychlostí, změní se doba kyvu kyvadla na 0,5 s.

Řešení:

$g = 9{,}81\,\mathrm{ms}^{-2}$
$\tau_1 = 0{,}51$ s
$\tau_0 = 0{,}5$ s

$a = ?$

Pohybuje-li se plošina stálou rychlostí, působí na kyvadlo pouze tíhová síla, takže dobu kmitu určíme ze vzorce pro dobu kyvu fyzického kyvadla

$$\tau_0 = \pi\sqrt{\frac{J}{mgd}}$$

Jestliže se plošina pohybuje s neznámým zrychlením a, na kyvadlo působí navíc setrvačná síla $F_s = -am$, takže doba kmitu se změní na hodnotu

$$\tau_1 = \pi\sqrt{\frac{J}{m(g-a)d}} = 0{,}51\ s$$

Porovnáním obou dob kmitu (vydělením rovnic) se zbavíme neznámých veličin moment setrvačnosti a hmotnost kyvadla, takže dostáváme vztah, z něhož lze hledané zrychlení určit, víme-li, že v naší zeměpisné šířce je tíhové zrychlení $9{,}81\,\mathrm{ms}^{-2}$.

$$\frac{T_0}{T_1} = \sqrt{\frac{g-a}{g}} = 0{,}98$$

Hledané zrychlení určíme jednoduchým výpočtem

$$a = g\left[1 - \left(\frac{T_0}{T_1}\right)^2\right] = 9{,}81\cdot(1 - 0{,}961169)$$

$$\underline{\underline{a = 0{,}38\ \mathrm{ms}^{-2}}}$$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

Závěr:

Zrychlení vyšlo kladné, má tedy stejný směr jako tíhové zrychlení, jeho velikost je přibližně $0{,}38\ \mathrm{ms}^{-2}$ směrem dolů.

1.2 Příklad 2

Úvod k úloze:

V době, kdy se ještě ve filmu nepoužívala pro skoky dopravních prostředků pyrotechnika, bylo nutno udělit vozidlu jedoucímu vodorovně po zemském povrchu ve směru kolmém k povrchu rychlost pomocí odskokové rampy. V případech, kdy bylo třeba zachovat vozidlo nepoškozené, byla ve vhodné vzdálenosti postavena dopadová rampa, na kterou automobil dosedal přibližně ve stejné výšce nad zemským povrchem, jako opouštěl odskokovou rampu (např. ve filmu Hooper). Dnes je zpravidla vozidlu jedoucímu po rovině udělena vertikální rychlost pomocí vhodných pyrotechnických náloží a vozidlo dopadá opět na vodorovný povrch. Proto působí na odborníka mnohé filmové záběry nevěrohodně (např. skok autobusu ve filmu Nebezpečná rychlost). Princip výpočtu potřebné rychlosti ke skoku je ovšem stejný.

Zadání:

Kaskadér má po projetí zatáčkou s poloměrem 30 m přeskočit vzdálenost 25 m z nájezdové rampy s úhlem 15° (odpor vzduchu při letu auta zanedbejte). Za výjezdem ze zatáčky má na zrychlení do začátku rampy přímý úsek 40 m (na rampě již nezrychluje, ale udržuje získanou rychlost). Průměrné zrychlení auta na rovině určují tyto parametry: z rychlosti 54 km/hod na 108 km/hod dokáže zrychlit za 5 s. Úkoly:

1) Zjistěte rychlost auta na konci rampy potřebnou k přeskoku zadané vzdálenosti.

2) Určete, na jakou rychlost může auto v zatáčce zrychlit, aby nedošlo ke smyku (součinitel smykového tření mezi pneumatikou a podkladem $f = 0{,}75$).

3) Zjistěte, zda je možno po průjezdu zatáčkou na přímém úseku do začátku rampy získat s daným autem rychlost potřebnou k přeskoku a pokud ne, určete, jaké je minimální zrychlení auta nutné ke splnění úkolu.

4) Určete minimální výkon motoru auta, které dokáže vyvinout zadané zrychlení při maximální dosažené rychlosti na počátku rampy, je-li hmotnost auta s kaskadérem 1200 kg, celkové třecí odpory při pohybu tvoří 4% tíhové síly a odpor vzduchu je určen rovnicí FR=CSv2(tvarový součinitel je C= 0,4 a plocha průmětu auta do roviny kolmé ke směru rychlosti je S = 2,5 m2). Pokud je nutno použít automobil s větším zrychlením, určete také minimální výkon jeho motoru při rychlosti na počátku rampy (výkony zaokrouhlete na celé kW nahoru).

Řešení:

$r = 30$ m
$s = 25$ m
$\alpha = 15°$
$f = 0{,}75$
$g = 10\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$
$s_r = 40$ m
$v_1 = 54$ km/hod $= 15\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$
$v_2 = 108$ km/hod $= 30\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$
$C = 0{,}4$

$v_s = ?,\ v = ?,\ P = ?$

1) Při odskoku směřuje vektor rychlosti vozidla $\boldsymbol{v_s}$ v prodloužení roviny rampy a je třeba jej rozložit na složku rovnoběžnou se zemským povrchem (v_{sx}) a složku kolmou k zemskému povrchu (v_{sy}):

$$v_{sx} = v_s \sin\alpha\ ,\ v_{sy} = v_s \cos\alpha$$

Vzdálenost ve vodorovném směru překonává vozidlo konstantní rychlostí v_{sx}, protože při letu zanedbáváme odpor vzduchu a proti pohybu ve směru x tedy nepůsobí žádná síla.

$$s = v_{sx} t$$

Dobu nutnou k letu určíme z podmínky, že ve směru y se jedná v podstatě o svislý vrh, a proto bude při dopadu rychlost stejné velikosti, ale opačného směru, než na začátku

$$-v_{sy} = v_{sy} - gt\ ,\ \text{z toho tedy}\ t = \frac{2v_{sy}}{g}$$

Po dosazení do vztahu pro dráhu dostaneme $s = \dfrac{v_{sx}\ 2\ v_{sy}}{g}$,

po dosazení složek rychlosti a úpravě $s = \dfrac{v_s^2}{g}\sin 2\alpha$, tedy $v_s = \sqrt{\dfrac{sg}{\sin 2\alpha}}$.

Po dosazení hodnot vypočteme $v_s = \sqrt{\dfrac{25 \times 10}{\sin 2 \times 15}} = \sqrt{500} = 22{,}36\ ms^{-1} \approx 80{,}5\ km/hod$

2) Při průjezdu zatáčkou je potřeba, aby dostředivá síla vyvolaná smykovým třením mezi pneumatikou a vozovkou byla větší nebo rovna odstředivé síle. Proto musí být splněna tato nerovnice

$$mfg \geq m\frac{v^2}{r} \Rightarrow v \leq \sqrt{fgr}$$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

Po číselném dosazení určíme pro rychlost na výjezdu ze zatáčky hodnotu

$$v = \sqrt{0{,}75 \cdot 10 \cdot 30} = \sqrt{225} = 15 ms^{-1} = 54 km/hod$$

3) Abychom zjistili, zda dokáže auto zrychlit na 40 m, které jsou po průjezdu zatáčkou k dispozici před prahem rampy, musíme určit průměrné zrychlení ze zadaných údajů: $v_1 = 54$ km/hod, $v_2 = 108$ km/hod, $t = 5$ s

$$v_2 = v_1 + at \Rightarrow a = \frac{v_2 - v_1}{t} \Rightarrow a = \frac{30 - 15}{5} = 3 ms^{-2}$$

Ze vztahů pro rovnoměrně zrychlený pohyb určíme univerzálním postupem, který spočívá v tom, že ze vztahu pro rychlost určíme čas, dosadíme jej do rovnice pro dráhu a upravíme obecný vztah do tvaru, jehož dalšími úpravami získáme vztahy pro výpočet dráhy s, nebo počáteční rychlosti v_0, koncové rychlosti v nebo zrychlení a. Počáteční dráha s_0 je v tomto případě chápána jako nulová:

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \quad \wedge \quad v = v_0 + at \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$s = \frac{1}{2}a\frac{(v - v_0)^2}{a^2} + v_0\frac{v - v_0}{a} \Rightarrow s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \text{ - vztah 1}$$

Z podmínky, že maximální rychlost na výjezdu ze zatáčky $v = 54$ km/hod, průměrné zrychlení $a = 3$ m/s^2 a na zrychlení má kaskadér dráhu $s_r = 40$ m určíme jeho rychlost v_s na prahu rampy (úpravou vztahu 1)

$$v_s = \sqrt{2as_r + v^2} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 3 \cdot 40 + 15^2} = \sqrt{465} = 21{,}56\frac{m}{s} \doteq 77{,}6 km/hod$$

Se zadaným automobilem tedy není možno úkol splnit. Je potřeba, aby zrychlení automobilu a_n bylo minimálně takovéto (další z úprav vztahu 1):

$$a_n = \frac{v_s^2 - v^2}{2s_r} \Rightarrow a_n = \frac{22{,}36^2 - 15^2}{2 \cdot 40} = 3{,}4375\frac{m}{s^2}$$

4) Průměrný výkon určíme ze vztahu

$$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F\Delta s}{\Delta t} = Fv$$

Potřebnou sílu určíme ze vztahu

$$F = ma$$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

Výkon ovšem musí pokrýt i energetické ztráty způsobené třecími odpory a odporem vzduchu a tuto celkovou odporovou sílu určíme ze vztahu

$$F_{oc} = CSv_s^2 + 0{,}04mg$$

Celkový nutný výkon je tedy určen takto:

$$P = (F + F_{oc})v_s = (ma + CSv_s^2 + 0{,}04mg)v_s$$

Po dosazení pak vychází v jednotlivých případech tyto hodnoty:

$$P = (1200 \times 3 + 0{,}4 \times 2{,}5 \times 21{,}56^2 + 0{,}04 \times 1200 \times 10) \times 21{,}56 \text{ B } 98kW$$

$$P = (1200 \times 3{,}4375 + 0{,}4 \times 2{,}5 \times 22{,}36^2 + 0{,}04 \times 1200 \times 10) \times 22{,}36 \text{ B } 115kW$$

Závěr:

K úspěšnému přeskoku zadané vzdálenosti musí mít auto na konci rampy rychlost alespoň rychlost 80,5 km/hod, rychlost při průjezdu zatáčkou nesmí překročit 54 km/hod.

1.3 Příklad 3

Zadání:

Trajektorie vozíku v jedné části horské dráhy měla tvar kružnice o poloměru R = 6m ležící ve svislé rovině. V blízkém okolí nejnižšího místa P se vozík pohyboval rovnoměrně rychlostí o velikosti v = 7 m/s. Určete celkovou sílu, která působila v místě P na člověka o hmotnosti m = 60 kg sedícího ve vozíku. Sílu odporu vzduchu zanedbejte.

Řešení:

$R = 6$ m
$v = 7$ m/s
$m = 60$ kg
$g = 10$ m·s^{-2}

$F_1 = ?$

Aby se vozík pohyboval rovnoměrným pohybem po kružnici, musí na něj působit stálá dostředivá síla, jejíž hodnotu vypočítáme dle vztahu

$$F_v = m_v \frac{v^2}{R}$$

Zrychlení vozíku je tedy rovno zrychlení dostředivému, je konstantní a je rovno

$$a_v = \frac{v^2}{R}$$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

Protože vozík se pohybuje po kružnici, tj. křivočarým pohybem, jedná se o soustavu se zrychlením, tedy tzv. neinerciální soustavu. Na člověka sedícího ve vozíku proto působí setrvačná síla, jejíž velikost je rovna součinu hmotnosti člověka a setrvačného zrychlení. Setrvačné zrychlení působí proti zrychlení vztažné soustavy a má stejnou velikost, nazýváme ho zrychlení odstředivé, protože působí směrem od středu kružnice.
Výsledná síla působící na člověka je vektorovým součtem tíhové síly a odstředivé síly

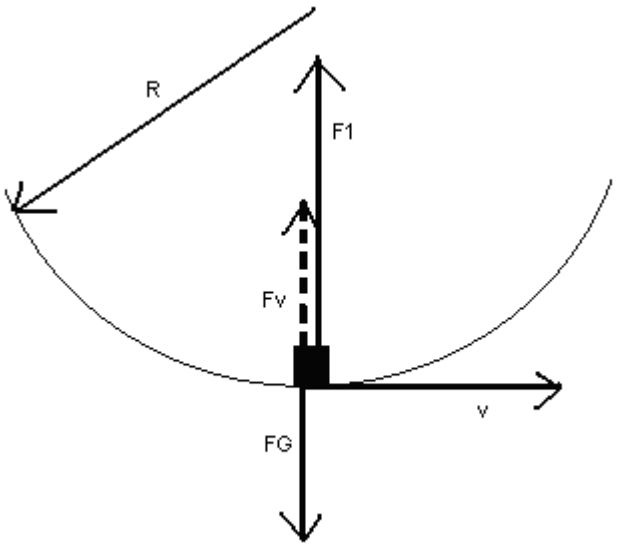
$$\vec{F} = \vec{F}_G + \vec{F}_s$$

Protože tíhová síla působí směrem dolů a odstředivá síla v nejnižším bodě kružnice rovněž, mají obě síly stejný směr, působí směrem dolů. Protože člověk sedí ve vozíku, tlačí touto silou na sedátko. Vozík na něj naopak působí silou stejně velikou, ale opačně orientovanou (zákon akce a reakce), proto lze tvrdit, že výsledná síla působící na člověka směřuje vzhůru

$$F = -mg + -\frac{mv^2}{R} = -60.10 - \frac{60.7^2}{6}$$

$$F = -1{,}1.10^3\,N$$

$$\underline{\underline{F_1 = 1{,}1.10^3\,N}}$$



Závěr:

Na člověka působí síla 1,1kN.

1.4 Příklad 4

Zadání:

Určete, o kolik se zkrátí přední část automobilu o hmotnosti 1500 kg deformací při nárazu do pevné překážky (např. zdi), je-li jeho původní rychlost 90 km/hod. a deformační část děje nárazu trvala 0,15 s. Při výpočtu deformace vozidla předpokládáme, že 85% hybnosti vozidla se přemění na impuls konstantní deformační síly. Dále předpokládáme, že deformace pohltí 65% původní pohybové energie a zbytek se spotřebuje jiným způsobem.

Řešení:

$C_D = 0{,}65$
$C_h = 0{,}85$
$v = 25\ \mathrm{m.s^{-1}}$
$t = 0{,}15\ \mathrm{s}$

$s = ?$

Při řešení využijeme dva ze základních fyzikálních zákonů zachování – energie a hybnosti.

Zkrácení je určeno jako dráha, po níž působí deformační síla, která přitom vykoná práci ekvivalentní části kinetické energie, kterou je třeba deformací pohltit. Příslušná rovnice je tedy matematicky vyjádřena takto:

$$W_D = \int F \times \mathrm{d}s = E_{kD} = C_D \frac{1}{2} m v^2$$

W_D – deformační práce, F – síla, s – dráha, E_{kD} – část kinetické energie pohlcená deformační práce, C_D – procento kinetické energie přeměněné na deformační práci, m – hmotnost automobilu, v – rychlost automobilu před nárazem.

Sílu určíme ze zákona zachování hybnosti vyjádřeného pomocí rovnosti mezi změnou hybnosti a impulsem síly:

$$\Delta p = C_h m v = I = \int F \times \mathrm{d}t$$

Δp – změna hybnosti automobilu, C_h – procento hybnosti absorbované prostřednictvím deformační síly, m – hmotnost automobilu, v – rychlost automobilu před nárazem, I – impuls síly, F – síla, t – čas.

Za předpokladu, že je možno považovat sílu za konstantní během celé deformace (jak je to uvedeno v zadání), můžeme napsat obě rovnice ve zjednodušeném tvaru bez integrálů.

$$F \times s = C_D \frac{1}{2} m v^2 \cup C_h m v = F \times t$$

Výpočtem síly F z druhé rovnice a dosazením do první získáme postupně pro s, což je rozměr zkrácení čela automobilu, tento matematický vztah:

$$\frac{C_h m v}{t} \times s = C_D \frac{1}{2} m v^2 \dashv \quad s = \frac{C_D v t}{2 C_h} = \frac{0{,}65 \times 25 \times 0{,}15}{2 \times 0{,}85}$$

$$\underline{\underline{s = 1{,}434 m}}$$

Závěr:

Přední část automobilu se při nárazu do zdi devadesátikilometrovou rychlostí za předpokladů uvedených v zadání (konstantní deformační síla a uvedené procentuální přeměny hybnosti a kinetické energie) zkrátí asi o 1,434 m.

1.5 Příklad 5

Zadání:

Položíme-li na pružinu, nacházející se ve svislém pouzdře, volně kuličku o hmotnosti m = 0,1kg, stlačí se pružina o Δs = 2mm. Do jaké výšky vyletí kulička, stlačíme-li pružinu o s_1 = 15cm a náhle ji uvolníme?

Řešení:

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

$g = 9{,}81 \text{ ms}^{-2}$

$x = \Delta s = 2 \text{ mm} = 0{,}002 \text{ m}$

$s_1 = 15 \text{ cm} = 0{,}15 \text{ m}$

$h = ?$

Z rovnováhy na pružině vypočítáme tuhost pružiny (síla pružnosti $F = k.x$ je rovna tíze kuličky $F = m.g$)

$$mg = k.x \rightarrow k = \frac{m.g}{x}$$

Hledanou výšku určíme ze zákona zachování mechanické energie (energie pružnosti při stlačení o 15 cm se přemění na potenciální energii kuličky v nejvyšším místě jejího letu)

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k s_1^2$$

$$E_p = m.g.h \rightarrow h = \frac{E_p}{m.g} = \frac{\frac{1}{2}\frac{m.g}{x} \cdot s_1^2}{m.g} = \frac{s_1^2}{2x} = \frac{0{,}15^2}{2 \cdot 0{,}002}$$

$h = 5{,}6 \text{ m}$

Závěr:

Po uvolnění pružiny stlačené o 15cm vyletí kulička do výšky 5,6m.

1.6 Příklad 6

Zadání:

Jakou rychlostí se pohyboval závodní motocykl, jestliže poměr blížícího se a vzdalujícího se vozidla byl pro stojícího pozorovatele 7/5?
Rychlost zvuku počítejte 340 m/s.

Řešení:

$v = 340\ m.s^{-1}$
$f_1 / f_2 = 7/5$

Změnu frekvence zvuku vydávaného pohybujícím se objektem nazýváme ***Dopplerův jev***, který je popsán rovnicí:

$$f_1 = f_0 \frac{v}{v \mp v_r}$$

kde:
- f_o je frekvence, kterou má daný zdroj v klidu
- f je frekvence, vnímaná pozorovatelem
- v je rychlost zvuku
- v_r je relativní radiální rychlost mezi zdrojem a pozorovatelem

Když se motocykl přibližuje, v_r se odečítá, když se vzdaluje, v_r se přičítá.
Z toho vyplývá**:**

$$f_1 = f_0 \frac{v}{v - v_r}$$

$$f_2 = f_0 \frac{v}{v + v_r}$$

Má platit: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{7}{5} \Rightarrow \frac{f_0 \frac{v}{v - v_r}}{f_0 \frac{v}{v + v_r}} = \frac{7}{5}$

$$\Rightarrow \frac{v + v_r}{v - v_r} = \frac{7}{5}$$

$5v + 5v_r = 7v - 7v_r$
$5v_r + 7v_r = 7v - 5v$
$12v_r = 2v$
$6v_r = v$
$v_r = \frac{1}{6} v = \frac{1}{6} 340 = 56{,}57\ m.s^{-1} = 204\ km.h^{-1}$.

Závěr:

Závodní motocykl se pohyboval rychlostí 204 km/hod.

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

2 PROBLÉMOVÉ A TESTOVÉ ÚLOHY

0 Fyzika jako poznání

0.1 Fyzika makrosvěta je charakterizována

a) rozměry atomu a atomových jader
b) s rozměry člověka
c) s obrovskými hmotnostmi, vzdálenosti a časovými intervaly srovnatelnými s dobou života hvězdy

0.2 Hmota je

a) stvořitelná, nezničitelná a v neustálé přeměně
b) nestvořitelná, zničitelná a v neustálé přeměně
c) nestvořitelná, nezničitelná a v neustálé přeměně

0.3 Ve vakuu by bylo oko schopno zaregistrovat hořící svíčku na vzdálenost

a) 50 m
b) 500 m
c) 5 km
d) 50 km

0.4 Nejslabší zvuk, který dokáže lidské ucho zareagovat, odpovídá nárazu

a) stovky částí vzduchu
b) desetitisíce částí vzduchu
c) statisíců částí vzduchu
d) stamilionů částí vzduchu

0.5 Experimentální postup zkoumání fyzikálních jevů se stává z

a) sestavení měřícího zařízení a vyhodnocení výsledků experimentů
b) sestavení měřícího zařízení, provedení experimentů a vyhodnocení výsledků
c) předpokladu platnosti fyzikálních zákonů výpočtu a předpokladu výsledků experimentů

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

2.1 Mechanika

1.1 Gravitační pole

1.1.1 Interakce fyzikálních objektů se řídí jedním z následujících tvrzení:

a) silové působení fyzikálních objektů se děje na dálku nekonečně rychle a prostřednictvím pole konečnou rychlostí

b) silové působení fyzikálních objektů se neděje na dálku nekonečně rychle a prostřednictvím pole konečnou rychlostí

c) silové působení fyzikálních objektů se neděje na dálku nekonečně rychle a prostřednictvím pole nekonečnou rychlostí

1.1.2 Při zvětšení vzdálenosti na dvojnásobek se síla

a) zvětší na čtvrtinu původní hodnoty

b) zmenší na čtvrtinu původní hodnoty

c) zmenší na polovinu původní hodnoty

d) zvětší na polovinu původní hodnoty

1.1.3 Vztah $F_g = \kappa \frac{M \cdot m}{r^2}$, kde M, m jsou hmotnosti těles, r jejich vzdálenost a κ gravitační konstanta je vyjádřením

a) prvního Keplerova zákona

b) druhého Keplerova zákona

c) třetího Keplerova zákona

d) Newtonova zákona

e) Coulombova zákona

1.1.4 Těleso má hmotnost 20 kg. Jaká je jeho tíha na Zemi? $(g = 10 \cdot m \cdot s^{-1})$.

a) 200 N

b) 20 N

c) 2 N

d) 0,2 N

e) jinak

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.2 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený translační pohyb

1.2.1 Přímočarý pohyb rovnoměrný je určen

a) rychlostí konstantního směru i velikosti
b) konstantním zrychlením
c) rychlostí, u ní je konstantní pouze velikost
d) rychlostí, u níž je konstantní pouze směr
e) nulovým zrychlením

1.2.2 Částice se pohybuje tak, že její dráhu lze vyjádřit rovnicí $s = 6t + 2\,[m,\ s]$. Určete počáteční rychlost v_0.

a) 0

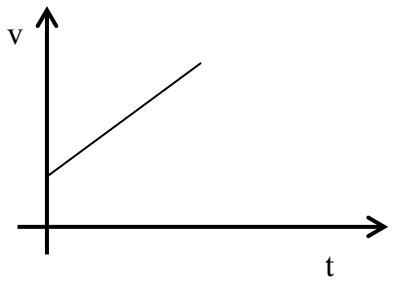
b) $6\ m \cdot s^{-1}$

c) $3\ m \cdot s^{-1}$

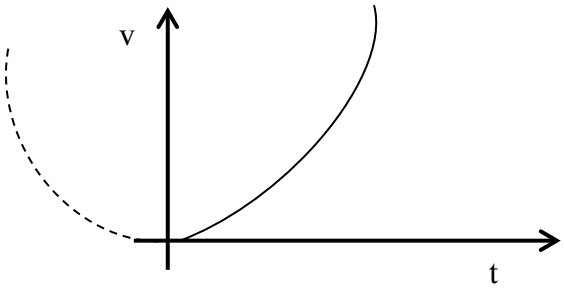
d) $12\ m \cdot s^{-1}$

e) je tomu jinak

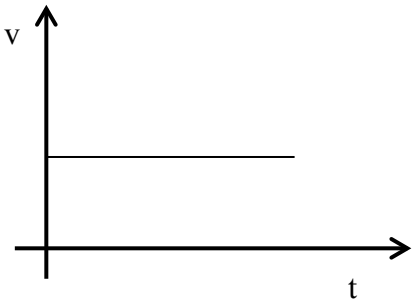
1.2.3 Částice se pohybuje rovnoměrně přímočaře. Který z grafů a) až d) představuje funkční závislost rychlosti na čase?



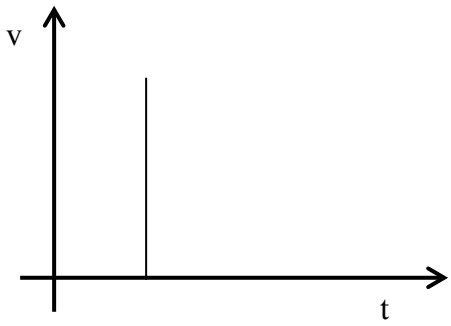
a)



b)



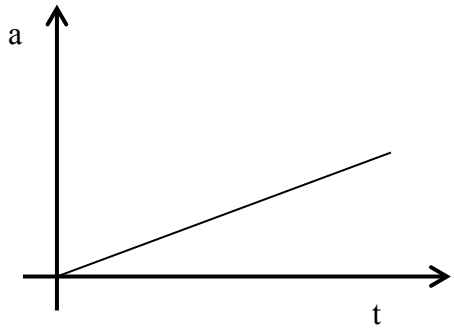
c)



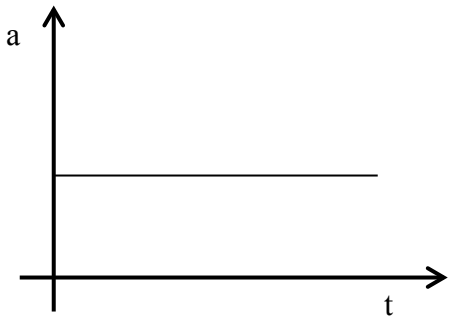
d)

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

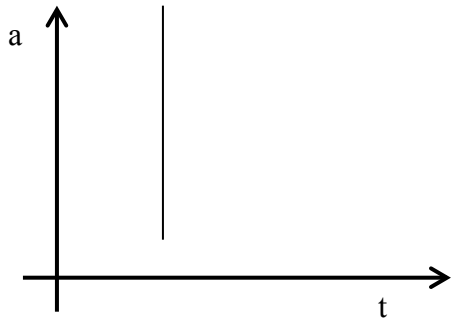
1.2.4 Částice se pohybuje pohybem přímočarým rovnoměrně zrychleným. Určete, který z grafů a) až d) představuje závislost zrychlení na čase.



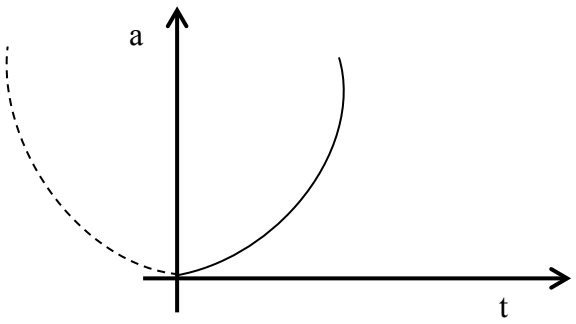
a)



b)



c)



d)

1.2.5 Pohyb částic po přímce je popsán rovnicí $s = 6\,t^2 + 8\,t + 2\,[m,\ s]$. Z rovnice určete zrychlení a počáteční rychlost.

a) $a = 6\ m \cdot s^{-2}$ $v_0 = 2\ m \cdot s^{-1}$

b) $a = 12\ m \cdot s^{-2}$ $v_0 = 8\ m \cdot s^{-1}$

c) $a = 3\ m \cdot s^{-2}$ $v_0 = 8\ m \cdot s^{-1}$

d) $a = 12\ m \cdot s^{-2}$ $v_0 = 2\ m \cdot s^{-1}$

e) $a = 3\ m \cdot s^{-2}$ $v_0 = 2\ m \cdot s^{-1}$

1.2.6 Rychlost částice, pohybující se po přímce je dána rovnicí $v = 3\,t + 5$ $/m,\ s/$. Najděte rovnici dráhy:

a) $s = 3 + \frac{5}{t}$

b) $s = 1{,}5\,t^2 + 5$

c) $s = 1{,}5\,t^2$

d) $s = 3\,t^2 + 5$

1.2.7 U pohybu přímočarého rovnoměrně zrychleného je

a) dráha i rychlost lineární funkcí času

b) dráha i rychlost kvadratickou funkcí času

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

c) dráha kvadratickou funkcí času a rychlost je konstantní

d) dráha kvadratickou funkcí času, rychlost lineární funkcí času

e) je tomu jinak

1.2.8 Částice se pohybuje rychlostí $6\,m\cdot s^{-1}$. V čase $t = 0$ se začne částice pohybovat se zpožděním $-2\,m\cdot s^{-2}$. Jakou dráhu urazí, než se zastaví?

a) 12 m

b) 3 m

c) 18 m

d) 9 m

e) jiná hodnota

1.3 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený rotační pohyb

1.3.1 Tečné zrychlení křivočarého pohybu je

a) vždy nenulové

b) vždy konstantní

c) vždy nulové

d) nulové jen v případě, že jde o rovnoměrný křivočarý pohyb

e) je tomu jinak

1.3.2 Normálové zrychlení

a) je nulové u rovnoměrných pohybů po kružnici, u nerovnoměrných kruhových pohybů je nenulové a platí $a_n = \frac{dv}{dt}$

b) u křivočarých pohybů je vždy nenulové a platí $\vec{\varepsilon}\times\vec{r}$, kde $\vec{r}$ je polohový vektor

c) je tomu jinak

1.3.3 Částice se pohybuje po kruhové dráze poloměru $R = 5\ m$ s konstantní úhlovou rychlostí $\omega = 2\,s^{-1}$. Určete velikost jejího normálového zrychlení a_n.

a) $20\ m\cdot s^{-2}$

b) $10\ m\cdot s^{-2}$

c) 0

d) $\frac{4}{5}\,m\cdot s^{-2}$

e) $\frac{2}{5}\,m\cdot s^{-2}$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.3.4 Částice se pohybuje po kružnici o poloměru $R = 5\ m$, přičemž má tečné zrychlení $a_t = 3\ m \cdot s^{-2}$. V okamžiku, kdy je jeho rychlost $v = 5\ m \cdot s^{-1}$ má částice celkové zrychlení a

a) $5\ m \cdot s^{-2}$

b) $8\ m \cdot s^{-2}$

c) $3\ m \cdot s^{-2}$

d) $34\ m \cdot s^{-2}$

e) jinou hodnotu

1.3.5Částice se pohybuje po kruhové dráze poloměru $R = 5\ m$, přičemž jeho rychlost se mění podle rovnice $v = t^2 + 1\,[m \cdot s^{-1}; \text{s}]$. Určete velikost tečného zrychlení na konci druhé sekundy pohybu.

a) $a_t = \frac{8}{3}\ m \cdot s^{-2}$

b) $a_t = \frac{14}{3}\ m \cdot s^{-2}$

c) $a_t = \frac{3}{2}\ m \cdot s^{-2}$

d) $a_t = 4\ m \cdot s^{-2}$

e) $a_t = 5\ m \cdot s^{-2}$

1.3.6 Při rovnoměrném pohybu po kružnici poloměru R je normálové zrychlení částice rovno

a) 0

b) $v^2 \cdot R$

c) $R\frac{\mathrm{d}\varphi}{\mathrm{dt}}$

d) jiná hodnota

1.3.7 Částice rotuje s počáteční úhlovou rychlostí $\omega = 2\ \text{rad}\ s^{-1}$. Za 5 s se jeho úhlová rychlost změní na $10\ \text{rad}\ s^{-1}$.Určete úhlové zrychlení za předpokladu, že je konstantní.

a) $\frac{8}{5}\ m \cdot s^{-2}$

b) $2\ \text{rad}\ s^{-2}$

c) $\frac{8}{5}\ \text{rad}\ s^{-2}$

d) $\frac{2}{5}\ m \cdot s^{-2}$

e) $2\ m \cdot s^{-2}$

1.3.8 Částice se pohybuje po kružnici poloměru $R = 2\ m$ s konstantním normálovým zrychlením $8\ m \cdot s^{-2}$. Určete její tečné zrychlení.

a) 0

b) $8\ m \cdot s^{-1}$

c) $2\ m \cdot s^{-1}$

d) $4\ m \cdot s^{-1}$

e) $16\ m \cdot s^{-1}$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

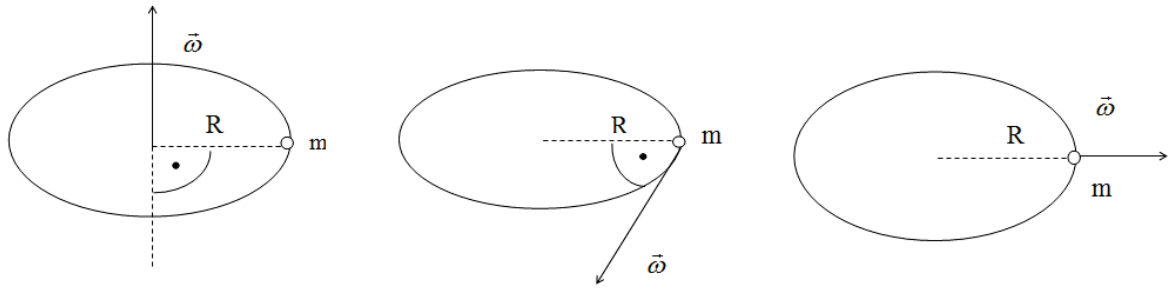
1.3.9 Tečné zrychlení rovnoměrného pohybu křivočarého

a) je vždy nulové

b) může být nulové

c) je vždy nenulové

1.3.10 Částice rotuje po kružnici poloměru *R*. Vektor úhlové rychlosti je $\vec{\omega}$. Určete, na kterém obrázku je správně nakreslen vektor úhlové rychlosti.



a) b) c)

1.3.11 Kotouč je uveden do rotačního pohybu, stanoveného rovnicí $\varphi = \pi \cdot t^{2,5}$ [rad, s]. Určete jeho úhlovou rychlost po prvních čtyřech sekundách pohybu.

a) $20\,\pi$ rad s^{-1}

b) $\pi \cdot 4^{2,5}$ rad s^{-1}

c) $\pi \cdot 4^{1,5}$ rad s^{-1}

d) jiná hodnota

e) $\frac{5}{2}\pi \cdot 4^{1,5}$ rad $s^{-1} = 20\,\pi$ rad s^{-1}

1.4 Harmonický pohyb

1.4.1 Těleso hmotnosti 4 kg koná harmonický pohyb podle rovnice: $y = 0{,}2 \cdot \sin\frac{\pi}{2} \cdot t$ [m, s]. Při výchylce 0,1 m působí na těleso síla velikosti

a) 0,1 N

b) 0

c) 0,2 N

d) 0,8 π N

e) 0,1 π^2 N

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.4.2 Těleso koná harmonický pohyb podle rovnice $y = 2\sin(20\,t + \frac{\pi}{4})$ [m, s]. Určete frekvenci f tohoto pohybu.

a) $20\ s^{-1}$

b) $20\ s$

c) $\frac{\pi}{4}\ s^{-1}$

d) $\frac{10}{\pi}\ s^{-1}$

e) jinak

1.4.3Těleso koná harmonický pohyb podle rovnice: $y = 2\sin 3t$. Napište rovnici pro rychlost.

a) $v = 6\,t\cos 3\,t$

b) $v = 6\cos 3\,t$

c) $v = 2\cos 3\,t$

d) $v = \frac{2}{\mathrm{t}}\sin 3\,t$

1.4.4 Těleso koná harmonický pohyb s rychlostí, která je dána rovnicí $v = 5\cos(2\,t + \frac{\pi}{4})$ [m, s]. Určete rychlost tělesa při výchylce 2,5 m.

a) 0

b) $5\ m \cdot s^{-1}$

c) $2\ m \cdot s^{-1}$

d) $10\,t$

e) $1\ m \cdot s^{-1}$

1.4.5 Těleso koná harmonický pohyb s rychlostí, která je dána rovnicí $v = 6\cos 3\,t$. Určete amplitudu pohybu A.

a) 18 m

b) 6 m

c) 2 m

d) 3 m

e) jinak

1.4.6 Těleso, konající netlumený harmonický pohyb má maximální zrychlení

a) v bodě vratu

b) v rovnovážné poloze

1.4.7 Rovnice rychlosti tělesa, konajícího harmonický pohyb je $v = 3\cos 5\,t$ [m, s]. S jakou rychlostí prochází těleso rovnovážnou polohu?

a) $5\ m \cdot s^{-1}$

b) $3\ m \cdot s^{-1}$

c) $15\ m \cdot s^{-1}$

d) $\frac{3}{5}\ m \cdot s^{-1}$

e) jiná hodnota

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.4. 8 Těleso koná harmonický pohyb tak, že rovnice jeho rychlosti je $v = 0{,}4\cos(20t + \frac{\pi}{4})$ [m, s]. Určete maximální rychlost.

a) 0,2 $m \cdot s^{-1}$
b) 8 $m \cdot s^{-1}$
c) 0,4 $m \cdot s^{-1}$
d) jiná hodnota

1.4.9 Těleso koná harmonický pohyb tak, že rovnice jeho rychlosti je $v = 0{,}4\cos(20t + \frac{\pi}{4})$ [m, s]. Určete amplitudu (maximální výchylku) tohoto pohybu.

a) 0,4 m
b) 0,2 m
c) 0,8 m
d) 0,02 m

1.4.10 Těleso hmotnosti 2 kg koná harmonický pohyb podle rovnice $y = 3\sin 2t$ [m, s]. Určete jeho potenciální energii v bodě vratu.

a) 72 J
b) 36 J
c) 60 J
d) 120 J

1.4.11 Těleso hmotnosti 2 kg koná harmonický pohyb podle rovnice $y = 0{,}2\sin 3t$ [m, s]. Jakou má těleso kinetickou energii v bodě vratu?

a) 0
b) 0,04 J
c) 0,2 J
d) jiná hodnota

1.5 Složené pohyby (vrh šikmý)

1.5.1 Těleso padá volným pádem ($g = 10\ m \cdot s^{-2}$). Určete dráhu, kterou těleso urazí během třetí sekundy svého pobytu. Tření neuvažujte. $v_0 = 0$.

a) 5 m
b) 45 m
c) 40 m
d) 25 m
e) 20 m

1.5.2 Těleso padá volným pádem ($g = 10\ m \cdot s^{-2}$). Určete dráhu, kterou těleso urazí za první tři sekundy svého pobytu. Tření neuvažujte. $v_0 = 0$.

a) 10 m
b) 45 m
c) 30 m
d) 15 m
e) 5 m

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.5.3 Těleso padá volným pádem ($g = 10\ m \cdot s^{-2}$) z výšky $h = 40\ m$. S jakou rychlostí dopadne na podložku? Tření neuvažujte.

a) $\frac{40}{\sqrt{8}}$

b) $20\sqrt{2}$

c) $20\sqrt{8}$

d) jiná hodnota

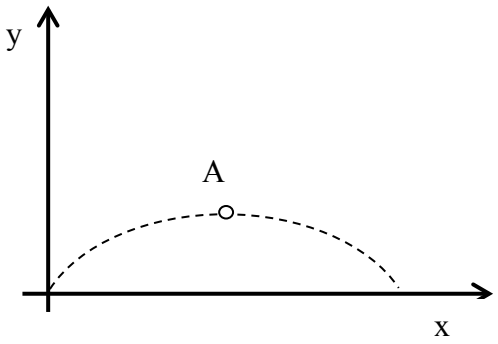
1.5.4 Pro rychlost tělesa ve vrcholu dráhy šikmého vrhu s počáteční rychlostí v_0 a s elevačním úhlem α platí (odpor neuvažujte):

a) $v_x = 0$
$v_y = v_0 \sin\alpha$

b) $v_x = 0$
$v_y = v_0 \cos\alpha$

c) $v_x = v_0 \cos\alpha$
$v_y = 0$

d) $v_x = v_0 \sin\alpha$
$v_y = 0$



1.5.5 Těleso je vrženo v gravitačním poli Země svisle vzhůru. Vystoupí do výše 10 m. Jako počáteční rychlostí musí být těleso vrženo? Odpor prostředí neuvažujte: $g = 10\ m \cdot s^{-2}$

a) $1\ m \cdot s^{-1}$

b) $10\ \sqrt{2}\ m \cdot s^{-1}$

c) $10\ m \cdot s^{-1}$

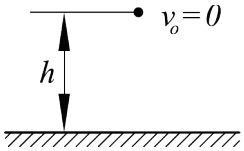
d) $100\ m \cdot s^{-1}$

e) $2\ m \cdot s^{-1}$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.5.6 Těleso bylo vrženo v gravitačním poli Země šikmo vzhůru s počáteční rychlostí v_0 a pohybuje se po parabolické dráze. Odpor prostředí neuvažujte. Jeho celková mechanická energie

a) je největší na počátku a na konci dráhy
b) je nejmenší na konci dráhy
c) je nejmenší na vrcholu
d) se nemění



1.6 Newtonovy pohybové zákony

1.6.1 Konstantní síla velikosti 1 N působí na částici, pohybující se rychlostí $v_0 = 2\ m \cdot s^{-1}$. Je-li hmotnost částice 0,5 kg, určete dráhu, kterou částice vykoná za 2 s.

a) 0,5 m
b) 1 m
c) 2 m
d) 8 m
e) 4 m

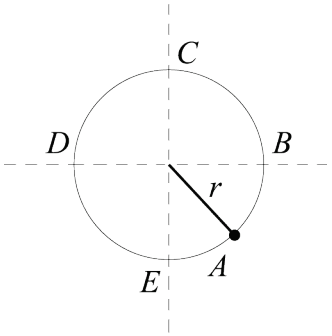
1.6.2 Na částici hmotnosti 2 kg, která byla v klidu, působí síla $F = 4\ t$ – [N, s]. Jaká je rychlost částice ve 4. sekundě?

a) $14\ m \cdot s^{-1}$
b) $30\ m \cdot s^{-1}$
c) $\frac{15}{8}\ m \cdot s^{-1}$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.6.3 Částice hmotnosti m je zavěšena na vlákně délky r a je nucena obíhat po kružnici ve vertikální rovině /v rovině nákresny/ rychlostí v. Ve kterém bodě je vlákno napínáno nejmenší silou?

a) v bodě A
b) v bodě B
c) v bodě C
d) v bodě D
e) v bodě E



1.6.4 Dělová koule hmotnosti $m_1 = 10\,\text{kg}$ opustí hlaveň rychlostí $v_1 = 600\ m \cdot s^{-1}$. Jakou rychlostí se bude pohybovat dělo o hmotnosti $m_2 = 3 \cdot 10^3\,\text{kg}$ po výstřelu, nebude-li mu v pohybu bráněno?

a) $10\,m \cdot s^{-1}$
b) $1\ m \cdot s^{-1}$
c) $-2\ m \cdot s^{-1}$
d) $-20\ 3\ m \cdot s^{-1}$
e) jiná hodnota

1.6.5 Na částici působí síla $F = 4t - 1[N,\ s]$.Oč se změní hybnost částice za první dvě sekundy?

a) $14\ \text{kg}\ m \cdot s^{-1}$
b) $6\text{kg}\ m \cdot s^{-1}$
c) $4\ \text{kg}\ m \cdot s^{-1}$
d) $\frac{7}{2}\ \text{kg}\ m \cdot s^{-1}$

1.6.6 Rovnice $F = \frac{d}{dt}(m \cdot v)$ lze převést na tvar $F = m \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot a$

a) za předpokladu, že v je konstantní
b) za předpokladu, že závislost hmotnosti na rychlosti neuvažujeme
c) za předpokladu, že působící síla je konstantní
d) za předpokladu, že rychlost v je malá ve srovnání s rychlostí světla

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.6.7 Granát, letící rychlostí 15 $m \cdot s^{-1}$ se roztrhl na dvě části o hmotnostech 6 kg a 14 kg. Rychlost většího kusu je 24 $m \cdot s^{-1}$ ve směru výstřelu. Jaká bude rychlost menšího kusu?

a) $\frac{45}{7}\ m \cdot s^{-1}$

b) $\frac{72}{7}\ m \cdot s^{-1}$

c) $-5\ m \cdot s^{-1}$

d) $-6\ m \cdot s^{-1}$

1.7 Pohybová rovnice. Impulsové věty. Moment síly a hybnosti

1.7.1 Těleso hmotnosti 80 kg a gyračního poloměru 0,2 m se otáčí rovnoměrně zpožděně tak, že počáteční frekvence 15 s^{-1} klesne na nulu za 480 s. Určete velikost momentu síly M, způsobený třením v ložiskách.

a) $0{,}1\,\pi\ N \cdot m$

b) $0{,}2\,\pi\ N \cdot m$

c) $0{,}01\,\pi\ N \cdot m$

d) $0{,}02\,\pi\ N \cdot m$

e) jinak

1.7.2 Moment hybnosti $\vec{b}$ je definován jako součin

a) $b = r \cdot \omega$

b) $\vec{b} = \vec{r} \times \vec{\omega}$

c) $\vec{b} = \vec{r} \cdot \vec{\varepsilon}$

d) $b = I \cdot \varepsilon$

e) $\vec{b} = \vec{r} \times m\,\vec{v}$

1.7.3 Na těleso otáčivé kolem pevné osy působí mement síly $\vec{M}$, který má za následek změnu momentu hybnosti. Tuto změnu momentu hybnosti $\Delta\vec{b}$ lze vyjádřit vztahem:

a) $\Delta\vec{b} = \int \frac{I^2}{M} dt$

b) $\Delta\vec{b} = \int \vec{M} \cdot dt$

c) $\Delta b = \frac{1}{2} \cdot I^2 \cdot M$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.7.4 Moment síly při dané velikosti $\vec{r}$ a $\vec{F}$ je:

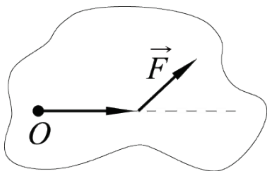
a) maximální, jsou-li oba vektory na sebe kolmé

b) maximální, leží-li oba vektory v jedné vektorové přímce

c) nezávislý na úhlu, který vektory $\vec{r}$ a $\vec{F}$ svírají

d) vektor, jehož velikost je určena vztahem $M = F \cdot r \cdot \cos\alpha$

e) vektor, jehož velikost je určena vztahem $M = F \cdot r \cdot \sin\alpha$



1.8 Časový účinek síly

1.8.1 Impuls, předaný částici je 3 $N \cdot s$. Jakou rychlostí se bude pohybovat částice hmotnosti 2 kg, jestliže byla původně v klidu?

a) $3\ m \cdot s^{-1}$

b) $1{,}5\ m \cdot s^{-1}$

c) $6\ m \cdot s^{-1}$

d) $\frac{2}{3}\ m \cdot s^{-1}$

e) $2\ m \cdot s^{-1}$

1.8.2 Na částici působí síla $F = 6\ t^2 + 3\,[N,s]$. Jaký impuls předá síla tělesu za první dvě sekundy?

a) $54\ N \cdot s$

b) $24\ N \cdot s$

c) $22\ N \cdot s$

d) $\frac{27}{2} N \cdot s$

1.8.3 Impuls momentu je roven změně momentu hybnosti.

a) ano

b) ne

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.9 Dráhový účinek síly

1.9.1 Která z tvrzení jsou správná? Práce A

a) je dána vektorovým součinem vektorů síly a dráhy

b) je dána skalárním součinem vektorů síly a dráhy

c) je vektor, protože síla i dráha je vektor

d) je skalár, protože síla i dráha je skalár

1.9.2 Jak velkou práci vykoná síla $F = 2x\,[N,\ m]$ při přemístění tělesa z místa o souřadnici $x_1 = 1$ m do místa o souřadnici $x_2 = 2$ m?

a) 2 J

b) 0

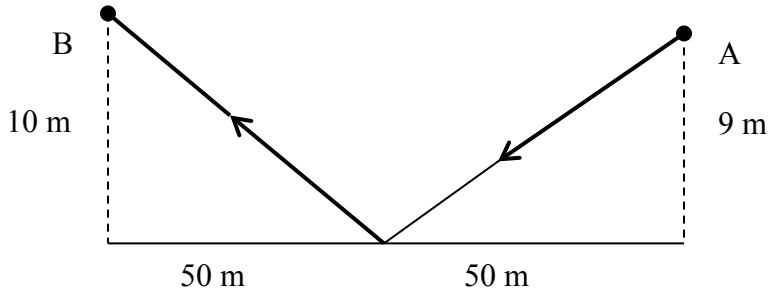
c) 3 J

d) 4 J

e) Jiná hodnota

1.9.3 Těleso hmotnosti m = 100 kg je přeneseno nad zemským povrchem z místa A do místa B po vyznačené dráze. Odpor prostředí neuvažujte! ($g = 10\ m \cdot s^{-2}$)
Při přemístění tělesa vykonáme práci A =

a) 1 000 J
b) 100 J
c) 10 J
d) Jiná hodnota



1.9.4 Jakou práci vykonal motor automobilu hmotnosti $2 \cdot 10^3$ kg, jestliže se rychlost automobilu snížila z 20 $m \cdot s^{-1}$ na 15 $m \cdot s^{-1}$?

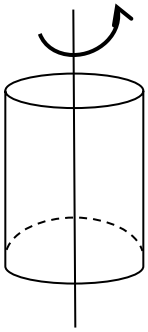
a) $1{,}75 \cdot 10^6$ J
b) $1{,}75 \cdot 10^5$ J
c) $2{,}5 \cdot 10^6$ J
d) $2{,}5 \cdot 10^5$ J
e) $1{,}75 \cdot 10^4$ J

1.9.5 Konáme-li práci působením síly na těleso hmotnosti m, kinetická energie tohoto tělesa nutně vzrůstá.

a) ano
b) ne

1.9.6 Plný válec (moment setrvačnosti válce $I_t = \frac{1}{2} m \cdot R^2$) o poloměru 0,2 m a hmotnosti 2kg se otáčí kolem své osy s úhlovou rychlostí 20 rad $\cdot s^{-1}$. Na zastavení tohoto válce musíme vynaložit práci

a) 4 J
b) 8 J
c) 0,8 J
d) 20 J
e) jinak



MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.10 Mechanická energie

1.10.1 Kinetická energie tuhého tělesa, rotujícího kolem pevné osy 0 s úhlovou rychlostí ω je dána vztahem:

a) $I \cdot \omega^2$

b) $\frac{1}{2} I \cdot \omega^2$

c) $\frac{1}{2} I \cdot \omega$

d) $\frac{1}{2} m \cdot \omega^2$

e) neplatí žádný ze vztahů a) až d)

1.10.2 Určete kinetickou energii koule, která se válí po vodorovné rovině rychlostí v. Hmotnost koule je m, poloměr R, moment setrvačnosti vzhledem k ose, jdoucí těžištěm je $I_T = \frac{2}{5} m \cdot R^2$

a) $\frac{1}{2} m \cdot v^2$

b) $\frac{7}{10} m \cdot R^2 \cdot v^2$

c) $\frac{7}{10} m \cdot v^2$

d) jinak

1.10.3 Kotouč se válí po vodorovné rovině rychlostí 3 $m \cdot s^{-1}$. Určete jeho kinetickou energii za předpokladu, že hmotnost kotouče je m = 2 kg. Moment setrvačnosti kotouče vzhledem k ose kolmé na rovinu kotouče a procházející těžištěm je $\frac{1}{2} m \cdot R^2 \cdot$

a) 9 J

b) $\frac{9}{2}$ J

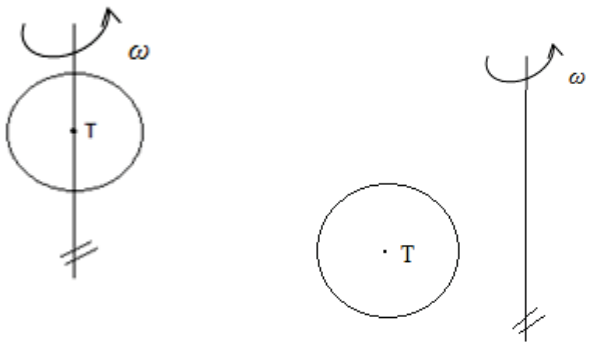
c) $\frac{27}{2}$ J

d) jinak

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.10.4 Jak se změní kinetická energie rotujícího tělesa změnou polohy rotační osy rovnoběžným posunutím mimo těžiště za předpokladu, že úhlová rychlost se nezmění?
Kinetická energie se

a) zvýší
b) nezmění
c) sníží



1.10.5 Těleso se začíná otáčet z klidu s jednotkovým zrychlením vlivem síly, působící jednotkovým momentem M. Jaký je výkon v 5. sekundě?

a) 50 W
b) 25 W
c) 5 W
d) 10 W
e) jinak

1.11 Pohyb setrvačníku

1.11.1 Které z následujících rovnic představují pohybovou rovnici rotujícího tuhého tělesa?

a) $\vec{b} = I \cdot \vec{\omega}$, kde $\vec{b}$ je moment hybnosti

b) $\vec{M} = m \cdot \frac{d\vec{\omega}}{dt}$

c) $\vec{M} = \frac{d\,(I \cdot \vec{\omega})}{dt}$

d) $\vec{F} = I \cdot \vec{\varepsilon}$ y

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

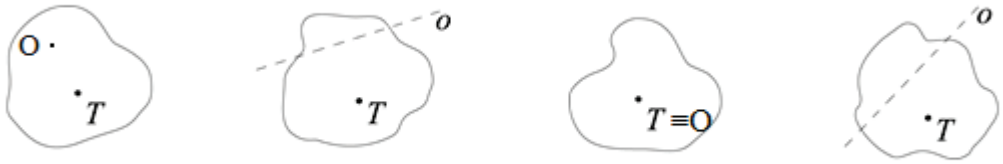
1.11.2 Ve kterém případě v následujících obrazcích lze pohyb tělesa zapsat pohybovou rovnicí $M = I \cdot \varepsilon$? V obrázku 1. a 3. je osa rotace kolmá k nákresně, v obrazcích 2. a 4. leží v rovině nákresny, T znamená polohu těžiště.

a) jen v případě 1. a 3.

b) jen v případě 2. a 4.

c) jen v případě 1., 2. a 4.

d) ve všech případech 1. až 4.



1. 2. 3. 4.

1.11.3 Která z následujících pohybových rovnic vyjadřuje obecně kmitavý pohyb?

a) $\frac{d^2y}{dt^2} + \omega^2 y = 0$

b) $-m \cdot g \cdot a \cdot \sin\alpha = I \cdot \frac{d^2y}{dt^2}$

c) $M = I \cdot d\omega$

d) $m \cdot \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \omega^2 \alpha = 0$

1.11.4 Za jakých podmínek lze dostatečně přesně vyjádřit pohyb kyvadla rovnicí $\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \omega^2\alpha = 0$?

a) je-li malý rozkyv

b) je-li malá vzdálenost a těžiště od osy rotace

c) není-li příliš velký moment setrvačnosti I

1.11.5 Částice $m = 3\ kg$ rotuje kolem osy rotace tak, že vzdálenost bodu od osy je 2 m. Určete moment setrvačnosti této částice.

a) $12\ kg \cdot m^2$

b) $6\ kg \cdot m^2$

c) $18\ kg \cdot m^2$

d) $9\ kg \cdot m^2$

e) jinak

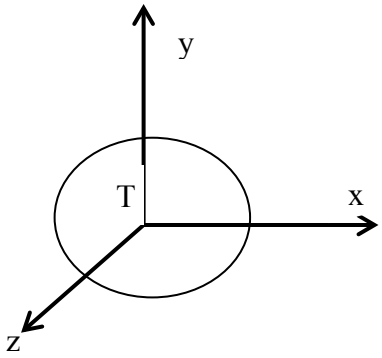
MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.11.6 Moment setrvačnosti I_T tuhého tělesa vzhledem k ose 0, procházející těžištěm je ve srovnání s momenty setrvačnosti vzhledem k osám rovnoběžným s osou 0

a) největší
b) nejmenší
c) většinou stejný

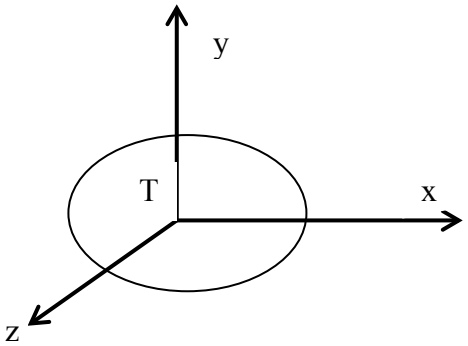
1.11.7 Moment setrvačnosti kotouče vzhledem k ose y je $I_y = \frac{1}{2} m \cdot R^2$.
Určete jeho moment setrvačnosti vzhledem k ose *x*.

a) $m \cdot R^2$
b) $\frac{1}{2} m \cdot R^2$
c) $\frac{2}{3} m \cdot R^2$
d) $\frac{1}{4} m \cdot R^2$



1.11.8 Moment setrvačnosti kotouče vzhledem k ose y je $I_y = \frac{1}{2} m \cdot R^2$. Určete jeho moment setrvačnosti vzhledem k ose z.

a) $\frac{1}{2} m \cdot R^2$
b) $m \cdot R^2$
c) $\frac{1}{4} m \cdot R^2$
d) jinak



MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.11.9 Na volně otáčivé stoličce sedí člověk a drží v roztažených rukou dvě stejná závaží. Rotuje s frekvencí f_1. Jak velká bude jeho frekvence, přitáhne-li závaží k sobě?

a) $f_2 = f_1$

b) $f_2 = \frac{I_1}{I_2} f_1$

c) $f_2 = (I_1 - I_2) \cdot f_1$

d) $f_2 = \frac{I_2}{I_1} f_1$

I_1 je moment setrvačnosti rotujícího člověka s roztaženými pažemi, I_2 jeho moment setrvačnosti v případě, že přitáhne závaží k sobě.

1.12 Pohyb těles po podložce

1.12.1 Těleso se pohybuje po nakloněné rovině (α = 30°) směrem dolů se zrychlením 3 $m \cdot s^{-2}$ ($g = 10\, m \cdot s^{-2}$). Z těchto údajů

a) plyne, že těleso se pohybuje pouze pod vlivem své tíhy

b) plyne, že na těleso kromě tíhy musí působit ještě další síly

c) nelze rozhodnout, zda na těleso působí kromě tíhy ještě další síly

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.12.2 Částice hmotnosti 1 kg se pohybuje po nakloněné rovině (α = 30°). Určete velikost síly smykového tření, když koeficient smykového tření je $0{,}1 \cdot (g = 10\, m \cdot s^{-2})$

a) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ N

b) $5\sqrt{3}$ N

c) 5 N

d) 0,1 N

e) 0

1.12.3 Částice se pohybuje účinkem své tíhy po nakloněné rovině s úhlem α. Koeficient smykového tření je různý od nuly. Částice se pohybuje se zrychlením:

a) $g \cdot \sin\alpha$

b) $m \cdot g \cdot (\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)$

c) $g \cdot (\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)$

d) $g \cdot f \cdot \cos\alpha$

1.12.4 Velikost síly smykového tření závisí

a) na koeficientu smykového tření a kolmém tlaku

b) na koeficientu smykového tření, na velikosti styčných ploch a na kolmém tlaku

c) na koeficientu smykového tření a velikosti styčné plochy

d) na kolmém tlaku a velikosti styčné plochy

1.12.5 Těleso hmotnosti m se nachází na nakloněné rovině délky l a úhlu α. Určete práci, kterou je nutno vykonat, aby se těleso posunulo z bodu A do bodu B.
Koeficient smykového tření je f.

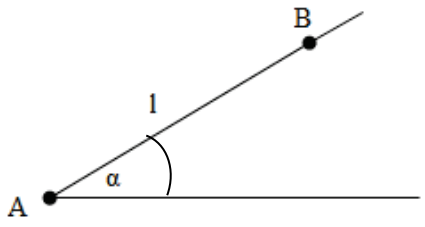
a) $m \cdot g \cdot l \cdot f$

b) $m \cdot g \cdot l \cdot (\sin\alpha + f \cdot \cos\alpha)$

c) $m \cdot g \cdot l \cdot f \cdot \cos\alpha$

d) $m \cdot g \cdot l \cdot (\sin\alpha + \cos\alpha)$

e) $m \cdot g \cdot l \cdot (\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)$



1.13 Kyvadlový pohyb

1.13.1 Matematické kyvadlo délky L = 1 m je vypuštěno z polohy odchýlené od svislého směru o úhel $\alpha = 60°$. Jakou rychlostí projde rovnovážnou polohou tj. bodem B? Odpor neuvažujte.

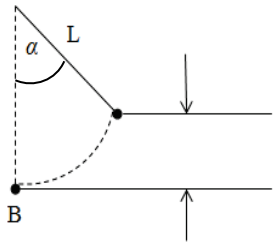
a) $\sqrt{10}\ m \cdot s^{-1}$

b) $10\ m \cdot s^{-1}$

c) $1\ m \cdot s^{-1}$

d) $0{,}5\ m \cdot s^{-1}$

e) $\frac{\sqrt{3}}{2}\ m \cdot s^{-1}$



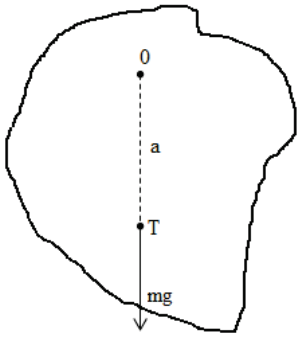
1.13. 2 Je-li R poloměr setrvačnosti (gyrační poloměr) fyzického kyvadla vzhledem k ose otáčení, lze dobu kmitu vyjádřit

a) $2\pi\sqrt{\frac{R}{g \cdot a}}$

b) $2\pi\frac{R}{\sqrt{g \cdot a}}$

c) $2\pi\sqrt{\frac{R \cdot a}{m \cdot g}}$

d) $2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$



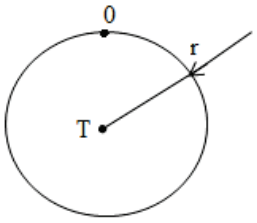
MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.13.3 Vztah mezi redukovanou délkou fyzického kyvadla L a jeho momentem setrvačnosti I se dá vyjádřit rovnicí

a) $I = m \cdot g \cdot L$

b) $I = m \cdot a \cdot L$

c) $I = \frac{m \cdot R^2}{L}$, kde R je gyrační poloměr



1.13.4 Při snížení intenzity gravitačního pole na 36 % původní hodnoty, frekvence kyvadla:

a) klesne na 6 % původní hodnoty

b) zůstane konstantní

c) vzroste o 36 %

d) klesne na 60 % původní hodnoty

e) je tomu jinak

1.13.5 Určete dobu kmitu koule, kývá-li kolem osy 0. Poloměr koule r = 0,2 m. Moment setrvačnosti koule vzhledem k ose, jdoucí těžištěm je $\frac{2}{5} m \cdot r^2$, ($g = 10\ m \cdot s^{-2}$).

a) $2\pi\sqrt{2}$

b) $2\pi\sqrt{\frac{0{,}4}{50}}$

c) $2\pi\sqrt{\frac{1{,}4}{50}}$

d) nelze určit pro nedostatečné zadání

1.13.6 Tíhové zrychlení měříme reverzním kyvadlem o redukované délce 1 *m*. Jakou hodnotu *g* jsme naměřili, byla-li doba kmitu kyvadla pro oba závěsy 2 *s*?

a) $2\pi\ m \cdot s^{-2}$

b) $\pi^2\ m \cdot s^{-2}$

c) $4\pi\ m \cdot s^{-2}$

d) jinak

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.13.7 Reverzním kyvadlem bylo naměřeno tíhové zrychlení $g = \pi^2\ m \cdot s^{-2}$, přičemž doba kmitu tohoto kyvadla byla 4 s. Určete jeho redukovanou délku!

a) $\frac{\pi}{2} m$

b) $8\pi^3 m$

c) $1\ m$

d) $4\ m$

e) $16\pi^4 m$

1.13.8 Gyrační poloměr tělesa, který kývá kolem osy 0_1 je $R = 0{,}5\ m$, vzdálenost $a = 0{,}3\ m$. V jaké vzdálenosti x musí procházet druhá osa 0_2, aby doba kmitu kolem obou os byla stejná?

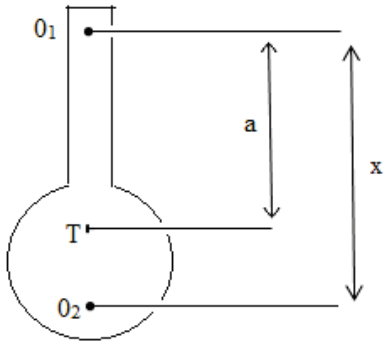
a) $0{,}3\ m$

b) $0{,}15\ m$

c) $\frac{0{,}25}{0{,}3}\ m$

d) $\frac{0{,}5}{0{,}1}\ m$

e) Jinak



1.13.9 Které z následujících tvrzení je správné?

a) reverzní kyvadlo je speciálně upravené matematické kyvadlo

b) reverzní kyvadlo je fyzické kyvadlo, jehož osa otáčení prochází těžištěm

c) reverzní kyvadlo jsou vlastně dvě kyvadla, která mají stejný gyrační poloměr

d) reverzní kyvadlo je fyzické kyvadlo, opatřené dvěma závěsy, vzdálenými o jeho redukovanou délku

e) reverzní kyvadlo je každé fyzické kyvadlo, opatřené dvěma závěsy, takže může kývat se dvěma různými dobami kmitu

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.14 Chaotický pohyb (srážky těles, pohyb těles v tekutině)

1.14.1 Leží-li těžiště obou těles při rázu na společné normále, jde o ráz

a) středový
b) výstřední
c) krajní

1.14.2 Při přímém centrálním rázu dokonale tuhých těles nebo částic se částice pohybují

a) translačním pohybem
b) rotačním pohybem
c) vibračním pohybem

1.14.3 Proud částic působí na tuhou stěnu silou za jednu sekundu

a) $F = m \cdot v$
b) $F = 2m \cdot v$
c) $F = 2Nm \cdot v$

1.14.4 Odpor prostředí při pohybu tělesa v tekutině je vyjádřen Newtonovým vzorcem, ve kterém vystupuje

a) průřez tělesa v kolmém směru na směr pohybu tělesa a rychlost tělesa
b) průřez tělesa v kolmém směru na směr pohybu tělesa a rychlost tělesa ve druhé mocnině
c) průřez tělesa v kolmém směru na směr pohybu tělesa, rychlost tělesa a hustota tekutiny

1.14.5 Pohyb těles v tekutině je charakterizován Reynoldsovým číslem, které je kombinací

a) kinematické viskozity a rychlosti
b) dynamické viskozity a rychlosti
c) kinematické viskozity, rychlosti a délky tělesa

1.14.6 Pro odpor prostředí, který klade prostředí při malé rychlosti koulí o poloměru r, která se pohybuje rychlostí v v kapalině o dynamické viskozitě η platí Stokesův vzorec

a) $F = 6\eta\ r\ v$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

b) $F = 6\pi\ \eta\ r\ v$

c) $F = 6\pi\ \ r \cdot \frac{1}{v}$

1.15 Hydromechanika

1.15.1 Na píst plochy $0{,}2\ m^2$ je položeno závaží hmotnosti 1 kg. Jakým tlakem působí kapalina na stěny nádoby. Hydrostatický tlak neuvažujte, $g = 10\ m \cdot s^{-2}$.

a) 50 Pa

b) $\frac{1}{5}$ Pa

c) 5 Pa

d) 2 Pa

e) nejde určit pro nedostatečné zadání

1.15.2 Na píst průřezu $S_1 = 10^{-3}\ m^2$ působí síla $F_1 = 100\ N$. Předmět hmotnosti $m_2 = 100\ kg$ položený na druhém pístu průřezu $S_2 = 10^{-2}\ m^2$

a) se bude pohybovat vzhůru

b) bude klesat

c) nebude se pohybovat

Tíhu pístů zanedbáme.

1.15.3 Těleso objemu $V = 5 \cdot 10^{-6}\ m^3$ má hmotnost $20 \cdot 10^{-3} kg$. Je-li ponořeno do kapaliny měrné hmotnosti ρ, je jeho tíha $15 \cdot 10^{-2} N$ ($g = 10\ m \cdot s^{-2}$).
Z těchto údajů

a) vyplývá pro měrnou hmotnost kapaliny $\rho = 10^3\ kg \cdot m^{-3}$

b) lze určit měrnou hmotnost kapaliny, ale je jiná než v odpovědi a)

c) nemůžeme měrnou hmotnost kapaliny určit

1.15.4 Loď tvaru kvádru o základu S má hmotnost m. Je zatížena nákladem tíhy G Měrná hmotnost vody je ρ. Určete ponor lodi.

a) $h = \frac{m + G}{g\ \rho\ S}$

b) $h = \frac{m + G}{\rho \cdot S}$

c) $h = \frac{mg + G}{\rho \cdot S}$

d) $h = \frac{mg + G}{g\ \rho\ S}$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.15.5 Uvažujte potrubí průřezu S, kterým protéká kapalina rychlostí v. Součin $S \cdot v$ představuje

a) hmotnost kapaliny, která proteče průřezem za 1 sekundu

b) tíhu kapaliny, která proteče průřezem za 1 sekundu

c) objem kapaliny, který proteče průřezem

d) objem kapaliny, který proteče průřezem za 1 sekundu

e) dynamický tlak v kapalině

1.15.6 Uvažujte dva průřezy S_1 a S_2. Při ustáleném proudění kapaliny je

a) rychlost v obou průřezech stejná, $v_1 = v_2$

b) $v_1 > v_2$

c) $v_1 < v_2$

1.15.7 Ve vodorovném potrubí proudí kapalina. Pro tlaky p_1 a p_2 v průřezech a platí

a) $p_1 > p_2$

b) $p_1 = p_2$

c) $p_1 < p_2$

1.15.8 Která z následujících rovnic platí pro kapalinu, proudící v potrubí na obrázku?

a) $\frac{1}{2} m\ v_1^2 + m\ g\ h_1 + p_1 = konst.$

b) $\frac{v_1^2}{2\ g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho\ g} = konst.$

c) $\frac{1}{2} \rho\ v_1^2 + m\ g\ h_1 + p_1 = konst.$

d) $\frac{1}{2} \rho\ v_1^2 + \rho\ g\ h_1 + p_1 = konst.$

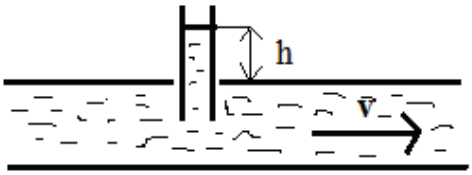
MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.15.9 Hydrostatický tlak $h \cdot \rho \cdot g$ určený pomocí trubice v potrubí a proudící kapalinou (viz obr.) udává

a) statický tlak uvnitř potrubí

b) dynamický tlak uvnitř potrubí

c) celkový tlak v kapalině



1.15.10 Zvětší-li se rozdíl výšek v obou trubicích 4 krát, znamená to, že rychlost proudící kapaliny se zvětšila

a) 4 krát

b) 2 krát

c) 16 krát

1.15.11 Ideální kapalina vytéká z nádoby malým otvorem účinkem své tíhy. V okamžiku, kdy je výška hladiny nad výtokovým otvorem *h,* je výtoková rychlost v.

V okamžiku, kdy hladina klesne na $\frac{1}{2}h$, je výtoková rychlost

a) $\frac{v}{\sqrt{2}}$

b) $\frac{v}{2}$

c) $\frac{v}{4}$

d) $2 \cdot v$

e) $\sqrt{2} \cdot v$

1.15.12 Jednotlivé vrstvy proudící reálné kapaliny mají různou rychlost, měnící se spojitě se vzdáleností od pevného dna. Mezi vrstvami působí tečné napětí, které

a) se nazývá dynamická viskozita

b) se nazývá gradientem rychlosti $\frac{\Delta v}{\Delta y}$

c) je úměrné gradientu rychlosti $y\frac{\Delta v}{\Delta y}$

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.15.13 Dynamická viskozita η a kinematická viskozita υ spolu souvisí vztahem

a) $\eta = \upsilon^{-1}$

b) $\eta = \upsilon - 1$

c) $\eta = \frac{\upsilon}{\rho}$

d) $\upsilon = \frac{\eta}{\rho}$

e) $\upsilon + \eta = 1$

ρ je měrná hmotnost kapaliny

1.15.14 Pohybuje-li se těleso (např. koule o poloměru r) pomalu v kapalině, jejíž dynamická viskozita je η, kinematická viskozita υ a měrná hmotnost ρ, odpor prostředí se řídí Stokesovým vztahem $F =$

a) $6\pi\ r\ \eta$

b) $6\pi\ r\ \eta\ v$

c) $6\pi\ r\frac{v}{\upsilon}$

d) $6\pi\ r\ \upsilon\ \rho\ v$

e) $6\pi\ \frac{r\ \eta}{v}$

1.15.15 Pro kritickou rychlost v_k proudění reálné kapaliny, kinematickou viskozitu υ v potrubí o poloměru r, při níž přechází proudění laminární v turbulentní odvodilReynolds výraz, kde $v_k = \mathrm{Re}\frac{\upsilon}{r}$, kde Re je Reynoldsovo číslo, které v soustavě SI je vyjádřeno takto

a) $kg \cdot m \cdot s^{-3}$

b) $kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$

c) $m^2 \cdot s^{-1}$

d) $m^{-2} \cdot s$

e) je bezrozměrné číslo

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

2.2 Kmity, vlny, akustika

2.1 Kmity

2.1.1 Pohybová rovnice $m\frac{d^2y}{dt^2} = F_y$ je rovnicí pro

a) netlumené kmitání

b) tlumené kmitání

c) nucené kmitání

2.1.2 Řešení pohybové rovnice pro netlumené kmitání je ve tvaru

a) $y = A\sin(\omega t + \varphi_0)$

b) $y = A_0 e^{-bt}\sin(\omega_1 t + \varphi_0)$

c) $y = A_0 e^{bt}\sin(\omega_1 t + \varphi_0)$

2.1.3 Pohybová rovnice $m\frac{d^2y}{dt^2} = F_y + R$ je rovnicí pro

a) netlumené kmitání

b) tlumené kmitání

c) nucené kmitání

2.1.4 Tlumící síla je ve tvaru

a) $F_y = -k\ y$

b) $R = -r\frac{dy}{dt}$, kde r je součinitel odporu prostředí

c) $F_n = H \sin \Omega t$, kde H je amplituda vnější síly

2.1.5 Rovnice $\frac{d^2y}{dt^2} + 2b\frac{dy}{dt} + \omega^2 y = 0$ je

a) lineární homogenní diferenciální rovnice druhého řádu s konstantními koeficienty

b) nelineární homogenní diferenciální rovnice druhého řádu s konstantními koeficienty

c) lineární nehomogenní diferenciální rovnice druhého řádu s konstantními koeficienty

d) lineární homogenní diferenciální rovnice druhého řádu s průměrnými koeficienty

2.1.6 Tlumený kmitavý pohyb je charakterizován

a) jen útlumem

b) jen logaritmickým dekrementem útlumu

c) součinitelem tlumení, útlumem a logaritmickým dekrementem útlumu

d) jinak

2.1.7 Vnější síla nuceného kmitání se zapíše ve tvaru

a) $F_y = -k\ y$

b) $R = -r\frac{dy}{dt}$, kde r je součinitel odporu prostředí

c) $F_n = H \sin \Omega t$, kde H je amplituda vnější síly

2.1.8 U vázaných oscilátorů má vnější periodická síla nucených kmitů původ

a) ve vlastním oscilátoru

b) v jiném oscilátoru

c) jinak

2.1.9 Dva harmonické pohyby se mohou lišit jen

a) amplitudami

b) frekvencemi

c) fázemi a směry kmitání

d) amplitudami, frekvencemi, fázemi a směry kmitání

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

2.1.10 Při skládání harmonických pohybů se směry k sobě kolmými vzniknou

a) Lissajousovy obrazce
b) Huygensovy obrazce
c) Fresneovy obrazce

2.1.11 Při skládání dvou kmitů o fázovém rozdílu rovným nule vznikne

a) elipsa
b) úsečka
c) kružnice

2.1.12 Při skládání dvou kmitů o fázovém rozdílu $\frac{\pi}{2}$ vznikne

a) elipsa
b) úsečka
c) kružnice

2.1.13 Rázy vznikají u svou vázaných oscilátorů, které jsou složené

a) z jednoho jednoduchého harmonického pohybu
b) ze dvou jednoduchých harmonických pohybů
c) jinak

2.2 Vlny

2.2.1 V homogenním prostředí se šíří vlna $u\ (x,t) = 0{,}5\ \sin 20\ \pi \left(t - \frac{x}{30}\right)$ (m, s)

Určete, s jakým největším zrychlením kmitají částice prostředí

a) $200\ \pi^2\ \ m \cdot s^{-2}$
b) $0{,}5\ m \cdot s^{-2}$
c) $100\ \pi\ \ m \cdot s^{-2}$
d) jinak

2.2.2 Rovnice $u\ (x,t) = A\ \cos\ (\omega t - kx)$

a) popisuje jen vlnu příčnou
b) popisuje jen vlnu podélnou
c) popisuje vlnu příčnou i podélnou
d) nepopisuje ani příčnou, ani podélnou vlnu

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

2.2.3 Rovnice příčného postupného vlnění má tvar

$y = 0{,}04 \sin 20\ \pi \left(25t - \frac{x}{20}\right) \quad (m, s)$

Pro rychlost kmitající částice platí $v =$

a) $2\pi \cos 2\pi(25t - \frac{x}{20}) \quad (m, s)$

b) $500\ m \cdot s^{-1}$

c) $20\ m \cdot s^{-1}$

d) $0{,}08\pi \cos 2\pi(25t - \frac{x}{20}) \quad (m, s)$

2.2.4 Pružná vlna přechází z prostředí, ve kterém je fázová rychlost c do prostředí, kde je fázová rychlost 2 krát menší. Co se stane s frekvencí vlny f?

a) bude 2 krát větší

b) zůstane konstantní

c) bude poloviční

2.2.5 Pružná vlna přechází z prostředí, ve kterém je fázová rychlost o do prostředí, kde je fázová rychlost 2 krát menší. Co se stane s vlnovou délkou vlny λ?

a) bude 2 krát větší

b) zůstane konstantní

c) bude poloviční

2.2.6 V homogenním prostředí se šíří postupná vlna

$u = 0{,}5 \sin 20\pi(t - \frac{x}{30})$.

Určete fázový posun φ kmitů v bodě P (x, 0) vůči kmitům v bodě 0 (0,0) $\cdot \varphi =$

a) $\frac{x}{30}$

b) $(t - \frac{x}{30})$

c) $\frac{2\pi}{3}x$

d) $20\pi\ (t - \frac{x}{30})$

2.2.7 V kladném směru osy x postupuje příčná vlna. Pohyb bodu 0 je popsán rovnicí $y = 5 \cos 2t\ (m, s)$.

Ve vzdálenosti $x = \lambda$ a čase $t = \frac{3}{2}$T je výchylka hmotného bodu $y =$

a) 2 m

b) 0 m

c) 5 m

d) jiná

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

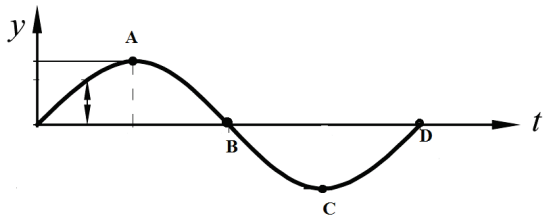
2.2.8 Uvažujte šíření rovinné podélné vlny pružným prostředím ve směru osy x. Její průběh $u(x,t)$ ve zvoleném okamžiku t, sklopený do příčného směru je na obrázku. Ve kterých místech je minimální deformace?

a) v bodech *A, C*

b) v bodech *B, D*

c) jen v bodě *A*

d) jen v bodě *C*



2.2.9 Šíří – li se pružným vláknem postupná vlna, potom na konci vlákna dochází k odrazu. Vlna se odráží

a) vždy se stejnou fází jako má dopadající vlna

b) vždy s opačnou fází jako má dopadající vlna

c) s fází, která závisí na uchycení konce

d) s fází, která závisí na vlastnostech vlákna

2.2.10 Ve směru osy x postupují dvě vlny
$u_1 = A\sin(\omega t - kx)$, $u_2 = A\sin(\omega t - kx + 2\pi n)$, kde n je celé číslo.
Výsledná vlna je popsána rovnicí

a) $u = 0$

b) $u = 2A\sin(\omega t - kx)$

c) $u = 2A\sin \omega t$

d) $u = 2A\cos kx \cdot \sin \omega t$

2.2.11 Jestliže daným prostředím postupuje několik vln o různých amplitudách a různých kmitočtech, potom

a) interferovat mohou jen vlny se stejným kmitočtem

b) interferovat mohou jen vlny se stejnou amplitudou

c) interferují všechny vlny

d) interferovat mohou jen vlny se stejným kmitočtem i stejnou amplitudou

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

2.2.12 U stojatého vlnění kmitají všechny body řady

a) s frekvencí, která je dvojnásobkem frekvence interferujících vlnění
b) s frekvencí, která se periodicky mění se vzdáleností
c) s frekvencí, která je přímo úměrná amplitudě v daném bodě
d) se stejnou frekvencí jako je frekvence interferujících vln

2.2.13 Stojaté vlnění vzniká

a) interferencí dvou vlnění stejné frekvenci, stejné vlnové délky a stejné amplitudy, postupujících stejným směrem, je-li jejich fázový rozdíl roven celistvému násobku 2π
b) interferencí vlnění stejné frekvence, postupujících stejným směrem různou rychlostí
c) interferencí podélného vlnění s příčným vlněním stejné frekvence
d) interferencí dvou vlnění stejné amplitudy a stejné vlnové délky postupujících v určitém prostředí proti sobě

2.3 Akustika

2.3.1 Pohybuje-li se v klidném prostředí v jednom případě pozorovatel ke zdroji a v druhém případě zdroj k pozorovateli stejnou rychlostí v, pak poměr frekvencí $\frac{f_1}{f_2}$ přijímaných v obou případech je

a) $\frac{c+v}{c-v}$
b) $\frac{c^2}{c^2-v^2}$
c) $\frac{c^2-v^2}{c^2}$
d) $\frac{c+v}{c}$

kde c je rychlost šíření vlnění.

2.3.2 Uvažujte dvě situace

a) pozorovatel je v klidu, zdroj se pohybuje k pozorovateli rychlostí v
b) zdroj je v klidu, pozorovatel se pohybuje ke zdroji rychlostí v za jinak stejných podmínek.

Ve kterém případě vnímá pozorovatel vyšší frekvenci?

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

2.3.3 Rychlost šíření vlnění je c, frekvence je f. Zdroj se pohybuje k pozorovateli rychlostí v. Jakou frekvencí vnímá pozorovatel? $f' =$

a) $\frac{c}{c+v} \cdot f$

b) $\frac{c}{c-v} \cdot f$

c) $\frac{c-v}{c} \cdot f$

d) $\frac{c+v}{c} \cdot f$

2.3.4 Jako důsledek Dopplerova principu lze tvrdit: Jestliže se oscilátor, který je zdrojem vlnění a pozorovatel pohybují relativně k sobě nebo od sebe, zdá se pozorovateli, že při vzájemném přibližování je kmitočet vnímaného vlnění

a) vyšší

b) nižší

c) stejná

3 ŘEŠENÍ ÚLOH

0 Fyzika jako poznání

0.1	b)	0.3	d)	0.5	b)
0.2	c)	0.4	d)		

1 Mechanika

1.1 Gravitační pole

1.1.1	b)	1.1.3	d)
1.1.2	b)	1.1.4	a)

1.2 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený translační pohyb

1.2.1	a) e)	1.2.4	c)	1.2.7	d)
1.2.2	b)	1.2.5	b)	1.2.8	d)
1.2.3	a)	1.2.6	c)		

1.3 Rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený a nerovnoměrně zrychlený rotační pohyb

1.3.1	d)	1.3.5	d)	1.3.9	a)
1.3.2	c)	1.3.6	d)	1.3.10	a)
1.3.3	a)	1.3.7	c)	1.3.11	c)
1.3.4	c)	1.3.8	a)		

1.4 Harmonický pohyb

1.4.1	e)	1.4.5	c)	1.4.9	d)
1.4.2	d)	1.4.6.	a)	1.4.10	b)
1.4.3	b)	1.4.7	b)	1.4.11	a)
1.4.4	a)	1.4.8	c)		

1.5 Složené pohyby (vrh šikmý)

1.5.1	d)	1.5.3	b)	1.5.5	b)
1.5.2	b)	1.5.4	c)	1.5.6	d)

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.6 Newtonovy pohybové zákony

1.6.1	d)	1.6.4	c)	1.6.7	d)
1.6.2	a)	1.6.5	b)		
1.6.3	c)	1.6.6	b)		

1.7 Pohybová rovnice. Impulsové věty. Moment síly a hybnosti

1.7.1	b)	1.7.3	b)
1.7.2	e)	1.7.4	e)

1.8 Časový účinek síly

1.8.1	b)	1.8.2	c)	1.8.3	a)

1.9 Dráhový účinek síly

1.9.1	b)	1.9.3	a)	1.9.5	a)
1.9.2	c)	1.9.4	b)	1.9.6	b)

1.10 Mechanická energie

1.10.1	b)	1.10.3	c)	1.10.5	c)
1.10.2	c)	1.10.4	a)		

1.11 Pohyb setrvačníku

1.11.1	c)	1.11.4	a)	1.11.7	d)
1.11.2	d)	1.11.5	a)	1.11.8	c)
1.11.3	b)	1.11.6	b)	1.11.9	b)

1.12 Pohyb těles po podložce

1.12.1	b)	1.12.3	c)	1.12.5	b)
1.12.2	a)	1.12.4	a)		

1.13 Kyvadlový pohyb

1.13.1	a)	1.13.4	d)	1.13.7	d)
1.13.2	b)	1.13.5	c)	1.13.8	c)
1.13.3	b)	1.13.6	b)	1.13.9	d)

1.14 Chaotický pohyb (srážky těles, pohyb těles v tekutině)

1.14.1	a)	1.14.3	c)	1.14.5	c)
1.14.2	a)	1.14.4	c)	1.14.6	b)

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

1.15 Hydromechanika

1.15.1 a)
1.15.2 c)
1.15.3 a)
1.15.4 d)
1.15.5 d)
1.15.6 b)
1.15.7 a)
1.15.8 b)
1.15.9 c)
1.15.10 b)
1.15.11 a)
1.15.12 c)
1.15.13 d)
1.15.14 b)
1.15.15 e)

2 Kmity, vlny, akustika

2.1 Kmity

2.1.1 a)
2.1.2 a)
2.1.3 b)
2.1.4 b)
2.1.5 a)
2.1.6 c)
2.1.7 c)
2.1.8 b)
2.1.9 d)
2.1.10 a)
2.1.11 b)
2.1.12 c)
2.1.13 b)

2.2 Vlny

2.2.1 a)
2.2.2 c)
2.2.3 a)
2.2.4 b)
2.2.5 c)
2.2.6 c)
2.2.7 d)
2.2.8 a)
2.2.9 c)
2.2.10 b)
2.2.11 c)
2.2.12 d)
2.2.13 d)

2.3 Akustika

2.3.1 c)
2.3.2 a)
2.3.3 b)
2.3.4 a)

MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD
CZ.1.07/2.2.00/15.0463

4 FYZIKÁLNÍ JEVY

5.1 Mechanika

Bezpečnost výtahu

Bezpečnost výtahu závisí na regulátoru rychlosti. Lano je vedeno výtahovou šachtou a připevněno k bezpečnostnímu soukolí pod podlahou výtahové kabiny.

Regulátor rychlosti pracuje na principu odstředivé síly. Při překročení dané rychlosti vykmitne soustavu závaží, která uvede do chodu bezpečnostní spínač a přeruší dodávku elektrické energie do hnacího motoru. Kladka se pak sama automaticky zabrzdí a výtah se zastaví bez aktivace zabezpečovacího zařízení.

Zrychluje-li kabina i nadále, regulátor rychlosti sevře regulační lano a uvede do chodu bezpečnostní brzdu.

Jeden z typů bezpečnostních soukolí páčí válečky nebo ozubené výstředníky tak, že se zadřou do vodících kolejnic a zastaví kabinu. Jiný typ snižuje rychlost třením pomocí klínů. Pracuje na podobném principu, jako brzdové destičky u automobilu.

Skleněná stěna žárovek

Přestože skleněná stěna elektrické žárovky je tenká, nepraskne ani při silném tlaku během nasazování do objímky. Je to v důsledku tvaru, který se stavbou a principem konstrukce podobá vaječné skořápce.

Profil žárovky je v každém místě oválný. Uchopíme-li žárovku, tlak je přenášen od místa dotyku do všech směrů, rozkládá se na velké ploše a žádné místo povrchu žárovky se nadměrně nenamáhá.

Automat na mince

Při průchodu mince sondou testující celistvost se pravé mince skutálejí do přesně vyvážené kolébky, (převáží ji, mají-li požadovanou hmotnost) a kanálky se vypustí směrem k dalšímu testu. Je-li mince lehčí, kolébku nepřeváží a spadne do vyřazujícího kanálku.

Dalším testem je cesta okolo magnetu. Magnetickým polem se v minci indukuje slabé elektrické pole, které zpomalí jejich pohyb. Velikost pole závisí na složení mince a je pro každou minci specifické. Mince správného složení se zpomalí a mine další vychylovač. Ve správném úhlu narazí do oddělovače a je nasměrována do kanálku přijato.

Části suchého zipu

Suchý zip se vyrábí tkaním nylonového vlákna, skládá se z hustých shluků malých smyček, druhá část, část háčků se vyrábí rozpůlením smyček. Suchý zip má dlouhou životnost, vydrží mnohonásobné spojení a rozpojení a je zhotoven tak, aby se dal snadno rozpojovat.

Jeho odpor k bočním silám je vysoký, některé druhy jsou natolik odolné proti smyku, že např. zip o ploše menší než 120 mm^2 udrží hmotnost jedné tuny. Je činěn pokus nahradit nýty v trupech letadel pásy suchých zipů.

Aplikace umělých materiálů

Povrch na vnitřní části většiny kuchyňského nádobí je zároveň nejkluzčí uměle připravenou látkou. Má přibližně stejný třecí moment jako led. Pro výjimečné frikční vlastnosti je ideálním materiálem povrchů náhrad tělních kloubů, u kterých je jedním z hlavních kritérií nízké tření.

Prací prostředek ve vodě

Samotná voda neproniká do prádla příliš účinně. Příčinou je povrchové napětí, které vytváří na vodě stažením vrchní vrstvy molekul „povlak“, na rybnících po něm běhá hmyz. Stažení je způsobeno přitažlivými silami sousedních molekul spodní vrstvy.

Přidáním práškového nebo kapalného pracího prostředku se síly působící mezi vrchními vrstvami molekul vody oslabí a povrchové napětí se sníží. Voda upravena tímto způsobem lépe proniká k vláknům tkanin a snáze odstraňuje mastnoty a nečistoty. Účinná je i vibrace pračky.

Dýchání pod vodou

Lidské plíce se nedokážou roztáhnout proti tlaku vody již v hloubce 450 mm. Tlak vody se s hloubkou rychle zvyšuje a v 10 metech se rovná dvěma atmosférám (tj. dvěma kilogramům na centimetr čtvereční). Aby potápěč mohl dýchat pod vodou, musí mít k dispozici vzduch o stejném tlaku, jako je tlak okolní vody. Na tomto principu pracuje potápěčský přístroj. Válec na zádech potápěče obsahuje vzduch stlačený na 200 atmosfér. Vzduch z válce prochází přes dvojčinný regulační ventil a náustek do úst potápěče. V první fázi se tlak vzduchu snižuje asi na 10 atmosfér, ve druhé fázi v náustku se tlak vzduchu dále snižuje a vyrovnává se tlaku okolní vody. Pružná membrána v náustku je na jedné straně obklopena vodou a svou druhou stranou ústí do vzduchové komůrky. Ve chvíli, kdy se potápěč nadechuje, membrána se vyboulí dovnitř, stlačí páčku vzduchové komůrky, která otevře ventil a z trubice do náustku pustí vzduch. Ukončí-li potápěč nádech, tlak vzduchu ve vzduchové komůrce stlačí membránu, která uzavře ventil a proud vzduchu se zastaví.

Ocelové lodě

Archimedes zformuloval princip výtlaku, že těleso, např. loď ponořené do kapaliny bude plavat, pokud se hmotnost kapaliny tělesem vytlačené rovná hmotnosti tělesa.

Schopnost ocelových lodí závisí na rozložení jejich hmotnosti. Položíme-li na vodu pevný kus oceli, potopí se, ale ocelová miska stejné hmotnosti bude plavat. Je to proto, že hmotnost misky je rozložena do většího prostoru a miska vytlačí vodu o stejné hmotnosti dříve, než dosáhne bodu, kdy by se potopila. Ocelová loď stejně jako miska pluje, protože je dutá a její hmotnost je rozložena do šířky. Hloubka kýlu pod vodní hladinou se označuje jako plavební ponor lodi.

Člověk ve výšce a hlubinách

Snížení tlaku vzduchu s rostoucí výškou způsobuje následující zdravotní potíže. Ve výšce kolem 3000 m bolest hlavy a problémy s dýcháním; ve výšce 5000 m prudká bolest hlavy a značné problémy s dýcháním; v 7600 m není možné se nadechnout a z krve se uvolňují plyny (Kesonova nemoc); nad 9000 m nedostatek kyslíku způsobí bezvědomí; ve výšce 19000 m v důsledku nízkého tlaku vzduchu klesá bod varu vody na 37 °C, což je teplota lidského těla, krev by začala vařit.

Při stoupání výš nad hladinu moře, vzduch postupně řídne a tlak naopak klesá. Aby mohli cestující snadno dýchat, mají linková dopravní letadla zásoby stlačeného kyslíku.

Problém ponorek je opačný, vnější tlak je větší, než tlak uvnitř. Tlak vody se zvyšuje přibližně o jednu atmosféru na každých 10 metrů hloubky. Tlak vzduchu uvnitř plavidla se zpravidla udržuje na úrovni tlaku těsně nad hladinu.

Rotující míč

Rotace míče se užívá ve všech míčových sportech kromě rychlého nadhozu v kriketu. Když rotující míč letí vzduchem, táhne kolem sebe ve směru otáčení vzduch. Vzduch okolo míče je na jedné straně zrychlován, na druhé straně zpomalován. Protože rychleji se

pohybující vzduch vytváří menší tlak, je na druhé straně míče relativně větší tlak. Právě tento rozdíl tlaku způsobuje, že se míč pohybuje po křivce.

V baseballu používá nadhazovač různých úchopů míčku, aby mu dal různé rotace. Nadhozy rotují rychlostí až 38 otáček za sekundu a odchylka letu činí až 18 metrů mezi nadhazovačem a domácí metou, ze které se odpaluje. Někteří nadhazovači zvyšují rozdíl v drsnosti povrchu na obou stranách míče tím, že jednu polovinu míče leští o kalhoty.

Golfista uděluje při odpalu míčku rotaci tak, že míček odlétá z podstavce rychlostí přes 160 km/hod se zpětnou rotací asi 50 otáček za sekundu. Golfové míčky se vyrábějí s jamkami. Když míček letí, přilne zepředu k jeho povrchu tenká vrstva vzduchu. Při proudění vzduchu kolem míčku se po oddělení od povrchu vytváří za míčkem turbulentní víry. Vzdušné víry ubírají míčku energii a zpomalují ho. Jamky způsobí, že vzduch přilne k míčku a oddělí se od něj skoro až na jeho konci. Vytvoří se užší pruh turbulence a odpor míčku je menší než u míčku hladkého.

Další účel jamek spočívá v tom, že přenášejí vzduch nahoru po odpalu, kdy má míček vždy zpětnou rotaci. Vzduch, který je hnaný přes horní část míčku, musí díky rotaci proudit rychleji, než vzduch pod míčkem. Nad míčkem vzniká nižší tlak, než pod ním, takže rotace míček zvedá a ten se udrží ve vzduchu déle.

Bumerang

Australští domorodci používali bumerangy k lovu zvěře a ptáků. Těžké lovecké bumerangy letěly přímo na kořist. Ke sportu se užívají menší a lehčí bumerangy, které se mají vracet. Nejběžnějšími tvary bumerangů jsou banánový tvar a tvary písmen T, V, X, Y.

Základní podmínkou je, že každé rameno má v průřezu tvar křídla letadla, zaoblení vpředu a rovnou plochu vzadu. Bumerang letící rychlostí 100 km/hod se otočí asi 10 krát za sekundu. Při výkladu pohybu jde o složitý aerodynamický a fyzikální problém. Točící se bumerang jsou v podstatě dva předměty v jednom: křídlo a gyroskop.

Jako křídlo je rotující bumerang nestabilní. Když se ramena točí, pravé rameno pohybující se ve směru letu se mění na levé rameno, točící se v opačném směru. Protože bumerang letí dopředu, pohybuje se pravé rameno vzhledem k okolnímu vzduchu daleko rychleji, než levé rameno a získá větší vztlak. Aerodynamické síly se proto neustále snaží naklonit bumerang doleva.
Jako protiváha této nestability funguje gyroskopický efekt, který nutí bumerang zpět do vodorovné polohy, podobně jako si udržuje stabilitu dětský vlček (káča). Jakmile aerodynamické síly odchýlí bumerang z jeho správné dráhy, ten nejprve vyrovná let, a pak se nakloní mírně doprava a opíše typickou širokou smyčku. Je-li let dostatečně dlouhý, otočí se bumerang na druhou stranu a letí po složitější dráze podobné číslici osm.

5.2 Teplota

Papinův hrnec

V obyčejném hrnci voda přechází varem při teplotě 100 °C, při dalším přehříváním se teplota varu nezvýší, voda se jen změní v páru.

Protože poklice tlakového hrnce je utěsněná, vznikající pára se hromadí uvnitř a s růstem tlaku se zvyšuje i bod varu vody. Jídlo se tedy vaří při vyšší teplotě a doba nutná k jeho přípravě se podstatně zkrátí.

Tlakový kuchyňský hrnec se vyvinul z parního zahušťovače, který si dal patentovat Denis Papin. Moderní tlakové hrnce pracují při přetlaku okolo 1 kg/cm^2 nebo při dvojnásobku normálního atmosférického tlaku. Voda se tedy vaří při 122 °C.

Spodní část tlakového hrnce se podobá dnu normálního hrnce. Hrnce se od sebe liší jen vypouklou poklicí s gumovým těsněním, které zabraňuje úniku tlaku. Uprostřed poklice je otvor se závažím, které ho uzavírá. Po dosažení požadovaného tlaku páry uvnitř hrnce se závaží zvedne. Přidáním nebo ubráním kroužků okolo otvoru lze zvýšit nebo snížit teplotní rozmezí hrnce. V poklici je i tlaková pojistka, která si (v případě chyby závaží) odfoukne a uvolní tlak.

Teplota bodu varu vody odpovídá skutečnosti pouze v případě, že vaříme vodu na úrovni hladiny moře. Čím vyšší je poloha kuchyně, tím nižší je atmosférický tlak, čímž klesá i bod varu vody. Např. vrchol Everestu se nachází ve výšce téměř 9000 m, kde je atmosférický tlak přibližně o jednu třetinu menší, než na úrovni hladiny moře. Voda se bude tedy vařit už při 70 °C.

Lednice

Chladící zařízení jsou založena na dvou principech. První je vlastnost kapalin při odpařování. Aby se kapalina začala odpařovat, musí získat energii, kterou obvykle odebírá ve formě tepla ze svého okolí. Druhým principem je skutečnost, že snížením tlaku klesá i bod varu kapaliny.

Jako chladivo může být použita jakákoliv kapalina, jejíž bod varu je dostatečně nízký, pak se naplní do uzavřeného okruhu, ve kterém při různých tlacích prochází trubicemi o různém průměru. Nejrozšířenějším chladivem jsou uměle připravené látky-freony.

Při cirkulaci chladiva širokými trubicemi je tlak uvnitř trubek nízký, chladivo se odpařuje a trubky odebírají teplo ze svého okolí-v tomto případě teplo potravin uvnitř lednice.

Elektrický motor odsává chladný plyn z trubek do kompresoru, stlačuje jej, (tím i zahřívá) a vypouští do trubiček na zadní straně lednice. Průchodem kaskádou trubiček se při vysokém tlaku plyn ochlazuje a posléze zkapalňuje, protože okolní vzduch prostřednictvím trubiček zadního plata lednice odebírá jeho teplo.

Kapalina se pak pod vysokým tlakem potlačuje trubičkou o velmi malém průměru, zvanou kapilára, do prostoru, odkud se šíří do široké trubky, znovu se odpařuje a cyklus se opakuje.

Kontrola lesních požárů

Stromy hoří jako pochodně, kdy ohnivé koule přeskakují z jednoho vrcholku na druhý za silné podpory větru. Porosty se stávají i snadnou obětí blesku, odhozené zápalky nebo slunečních paprsků, které pohozená láhev dokáže soustředit do jednoho místa stejně jako lupa. Požár se šíří až rychlostí 144 km/h. Někdy se vytváří i ohňový vír a vlivem komínového efektu, který je způsobený stoupajícím horkým vzduchem, na jehož místo se tlačí vzduch studený, vzniká silné proudění. Např. z eukalyptů se odpařuje olej a celé stromy vybuchují, jako by byly plné plynu.

Nejlepší obranou proti lesním požárům jsou prokazatelné informace. Sledovat podmínky, které vedou ke vzniku požárů a monitorovat požáry, které již vznikly, mohou družice nebo letadla vybavená infračervenými kamerami pro snímkování v noci i počítačové určování zeměpisných souřadnic.

Detekce příčin požárů

Místo, kde požár vznikl, a kde byl nejsilnější i směr šíření lze vyčíst z kouře a poškození jednotlivých materiálů. Vodítkem bývají kovy a sklo, neboť kovové zábradlí se zdeformuje nebo roztaví v závislosti na vzdálenosti od ohniska. Hustota prasklin ve skle odpovídá intenzitě žáru.

Další fyzikální jev, který může charakterizovat požár je tepelná vodivost kovů. Deseti metrový ocelový nosník se při zahřátí na 500 °C prodlouží o sedm centimetrů.

Skleněná vlákna

Sklo je považováno za křehký materiál. Skleněné vlákno, které je protaženo do délky je odolnější než nejlepší ocel. Plasty vyztužené skleněnými vlákny se pro svou pevnost a odolnost používají do trupu lodí a na karoserie aut.

Také okna letadel musí odolávat vysokým tlakům a obrovským teplotním rozdílům. Vyrábějí se proto ze tří nebo čtyř skleněných vrstev s mezivrstvami vinylu.

Izolace tělesného tepla

K úniku tělesného tepla je potřeba účinná izolace. Zatímco suchozemští savci mají účinnou izolaci srst a podkožní tuk, člověk se musí spoléhat na oděvy. Protože je vzduch špatným vodičem tepla, neodvádí vrstva měkkých chloupků zvířat tělesné teplo.

Člověk napodobuje tepelnou izolaci zvířat tak, že spodní vrstvu nahrazuje látkou, např. vlněnou košilí. Mezi kůží a tkaninou se zachytí vrstva vzduchu, která se teplem lidské kůže ohřeje a funguje jako tepelná izolační vrstva.

5.3 Mechanické kmity a vlny

Kódovaný signál

Hlasový skrambler je elektronické kódovací zařízení, které buď mění vysoké a nízké tóny lidského hlasu tak, že se stane nesrozumitelným, nebo průběžným šumem v pozadí ruší hlasovou frekvenci. Z počátku byli k dispozici jen armádním důstojníkům, kteří si potřebovali po telefonních linkách vyměňovat tajné informace. Následně je využívaly i podnikatelé, kteří chránili své obchodní tajemství.

Přenos elektronicky kódovaného hlasu vyžaduje dvě jednotky, vysílací a přijímací. Převede-li se hlasový signál volajícího do nesrozumitelné podoby, může putovat po běžných telefonních linkách. Na příjmové straně funguje opačný proces a účastník dostává do sluchátka normální hlasový signál. Dnes se využívají i modernější způsoby utajování informací.

Zařízení pro odposlech

Odposlech se provádí zpravidla pomocí miniaturního vysoce citlivého mikrofonu, propašovaného do místnosti. Elektronická štěnice se stává z mikrofonu a vysílačky s minimálními nároky na odběr proudu. Vysílá signál do přijímače vzdáleného několik metrů i na větší vzdálenosti. Jiný typ využívá mikrofonu spojeného s přijímačem pomocí vodiče. Výhodou těchto vodičových systémů je, že kolem sebe nešíří elektromagnetické vlnění, které lze snadno zjistit.

V případě, že do odposlouchané místnosti nelze proniknout, užívá se stetoskopu umístěného na vnější stěně. Jde o jednoduchý mikrofon, připojený na zesilovač.

V jiných případech se používá laser, který se zaměří na okno příslušné místnosti. Při hovoru uvnitř rozechvívají zvukové vlny okenní sklo, jehož miniaturní výkmity lze přesně zachycovat prostřednictvím mikroskopických změn délky laserového paprsku. Elektronickou cestou se převádějí do podoby srozumitelné lidskému sluchu. Na místnost lze zaměřit zvenčí i radiový paprsek, kdy dutinový rezonanční mikrofon obsahuje citlivou anténu a membránu. Musí být však splněny nutné podmínky k identifikaci těchto signálů.

Rozpoznávání předmětů na dně moře

K detekci předmětů se používají magnetometry a nejčastěji sonary. Sonar vysílá ultrazvukové signály a snímá jejich odrazy od pevných objektů. Hlubinné sonary jsou doplňovány podvodním fotoaparátem s dálkových ovládáním. Dnešní technické vybavení umožňuje najít a prozkoumat téměř každý vrak lodi v oceánech a mořích. Záleží jen na tom, zda se vynaložené náklady a energie vyplatí.

Vyšetření lidského těla ultrazvukem

Ultrazvuk se využívá běžně v lékařství při vyšetření žaludku, slinivky, žlučníku a jiných orgánů lidského těla. Bezpečné a nebolestivé je také použití ultrazvuku při gynekologických vyšetření a porodnictví. Využívá se různé schopnosti odrážet ultrazvukové vlny od orgánů lidského těla.
V současné době je oblíbený 3D a 4D ultrazvuk nabízený některými centry asistované reprodukce a porodnicemi, čtvrtým rozměrem je čas. Rodiče si tedy odnesou 3D fotografii a DVD s krátkým záznamem pohybujícího se miminka v děloze. Provádí se nejlépe mezi 28. a 30. týdnem těhotenství.

5.4 Elektřina a magnetismus

Vlastnost plastových fólií

Dva hlavní důvody přilnavosti fólií je elasticita a tvarová paměť, které po natažení vracejí fólii do původního tvaru a elektrostatický náboj, díky němu fólie přilne k ostatním povrchům.

Lepkavost fólií je obvyklou vlastností tenkých filmů a způsobuje ji statický náboj. Posunem po nějakém povrchu získá folie záporný náboj, tj. třením vynucenou výměnu elektronů s partnerským povrchem. Výsledný kladný náboj druhého povrchu pak záporně nabitou fólii přitáhne a oba materiály se budou pevně držet elektrostatickou silou.

Využití výboje v plynech

Úzké neonové trubičky se snadno ohýbají do podoby písmen a spletitých kontur. Proto se užívají v reklamách. Fyzikálním principem je elektrický výboj v plynech. I když jsou plyny nevodivé, promění se ve vodiče snížením tlaku a vlivem vysokého napětí. Červenooranžové světlo emitované plynem bylo chápáno jako elektrický výboj ve vzácném plynu neonu při nízkých tlacích již na přelomu 19. až 20. století. Neonové světlo vzniká, kdy na konci skleněného válce naplněného neonem se přivede elektrický proud. Elektrony, pohybující se od jednoho konce válce ke druhému, se srážejí s atomy neonu. Výsledkem je excitace elektronů z vnějšího elektronového obalu atomu neonu. Nadbytečné energie se elektrony zbavují ve formě elektromagnetického záření. Frekvence tohoto záření leží v oblasti viditelného světla, což vnímáme jako jasné červenooranžové světlo. Do trubic lze zatavovat i jiné plyny, vznikají odlišné barvy, neboť elektrony různých plynů vydávají nadbytečnou energii ve formě elektromagnetického záření o různých frekvencích. Helium vyzařuje zlatožluté světlo, krypton bledě fialové, lze využít i prvky jako je rtuť nebo argon.

Fotočlánek

Za šera a při svítání se každodenně rozsvěcují a zhasínají pouliční světla na celém světě. Většina těchto světel se ovládá časovými spínači, které z počátku pracovaly na mechanickém základě (musely se natahovat a seřizovat).

Moderní spínače rozsvěcují a zhasínají světla v určených časech. V důsledku toho, že doba východu a západu slunce se během roku mění, přizpůsobují se spínací časy kontaktu rotující čelní masky spínače ročnímu období. Nyní se ovládá spínač kontrolní jednotkou se

zdrojem elektrické energie. Uvnitř jednotky je fotočlánek s látkami citlivými na světlo, např. sulfid kademnatý nebo křemík. Dopadne-li na fotočlánek světlo, např. při svítání, vznikne elektrický proud a světla zhasnou. Za soumraku se tok elektronu zastaví a elektrický proud se přeruší. Světla se pak rozsvítí. Přesný čas vypnutí a zapnutí je podle světelných podmínek.

Alkalické baterie

Za vynález baterie vděčíme anatomickým pokusům z 18. století. Galvani sledoval, že nohy mrtvých žab zavěšených na železných mřížových hácích sebou škubou. Jeho mylnou představu o zvířecí elektřině vyvrátil Volta, který objasnil, že se elektřina tvoří kontaktem mezi měděnými háky a železným mřížovím. Nohy žab jsou tak pouze součástí elektrického obvodu. Na důkaz teorie sestavil předchůdce dnešních baterií, tzv. Voltův článek.

Elektrický proud v článku vznikne reakcí dvou elektrod s elektrolytem. U alkalických Zn/Mn baterií je to směs elektrolytů (hydroxid draselný) s práškovým zinkem. Pórovitá objímka odděluje směs od obruby z oxidu manganičitého (burel). Kovový hrot přijímá elektrony tekoucí od zinku (elektrický proud) a předává je na záporný pól. Odtud se tedy elektrony přes žárovku, např. kapesní baterie, dostávají do ocelového obalu kladného pólu a z něj do burelu.

Detektor lži

Detektor lži se stává ze tří přístrojů, jejichž jednotlivé výstupní hodnoty se zaznamenávají na grafu.

Pneumogram zjišťuje změny dýchání. Testované osobě se přes hrudník připevní gumová trubička a přístroj v ní pak měří změny objemu vzduchu, způsobené změnou dýchání.

Druhý přístroj, sfygmometr, zaznamenává změny srdečního tepu a krevního tlaku, které snímá manžeta připevněná na paži. Jde o obdobu tlakoměru, který používají lékaři.

Třetím přístrojem je galvanometr, který měří hodnotu elektrického proudu velmi nízké intenzity protékajícího pokožkou. Je-li pokožka zvlhčena potem, její vodivost se zvyšuje. Hodnoty se snímají pomocí elektrod připevněných na rukou.

Elektrická energie z uranu

Z menšího množství uranu velikosti lidské dlaně lze získat stejnou elektrickou energii, jako ze 70 tun uhlí nebo 400 barelů ropy. Je tedy zatím nejvydatnějším známým zdrojem energie.

Uran je jedním z prvků o nejvyšší hustotě, jádru tohoto atomu stačí velmi málo energie k tomu, aby se rozštěpilo. Procesem jaderné štěpení se uvolní značné množství energie. Energii k rozštěpení jádra poskytují neutrony, které nárazem do jádra vyvolají štěpnou reakci. Při nárazu se z jádra uvolní nejméně dva neutrony, které vyvolají další štěpení. Energii, která se uvolňuje štěpením, je možné řídit, uvolňovat ji pomalu a využít ji tak na výrobu vodní páry. Vodní pára pak pohání elektrický generátor. Tablety uranu tvoří tenké trubice zvané palivové články.

Elektřina z přílivu

Energie přílivu se využívá po několik staletí, kdy evropské pobřeží bylo poseto přílivovými mlýny, které přes propust napouštěly své rezervoáry přílivovou vodou. Po přílivu se propusti uzavřely a voda opadajícího přílivu procházela přes vodní kolo, které se roztočilo a odvádělo požadovanou práci.

Množství vyrobené elektřiny, která se vyrábí např. v elektrárně, pracující na stejném principu, závisí na rozdílu hladin na jedné a druhé straně přehrady. Čím je spád větší, tím více

se vyrobí elektřiny, protože voda pod vyšším tlakem pohání turbínu rychleji (přehrada v ústí řeky Rance v Bretani).

Energie z větru

Moderní větrné elektrárny se od starých větrných mlýnů liší. Jejich horní část, velká vrtule se dvěma nebo třemi listy se nazývá rotor a upevňuje se na vrchol vysokého ocelového nebo betonového sloupu. Rotory uvádí do pohybu hřídel, která pohání elektrický generátor.

Důležitým faktorem je rychlost větru, protože získaný výkon je úměrný její třetí mocnině. Zvýší-li se rychlost větru např. dvakrát, výkon generátoru se zvýší osmkrát. Většina větrných generátorů pracuje v rozmezí rychlosti větru 20-100 km/h. Konstruují se tak, aby poskytovaly stejný výkon bez ohledu na sílu větru. Zvyšuje-li se rychlost větru, listy rotoru se automaticky natáčejí a udržují přibližně konstantní rychlost otáček.

Výkon takového zařízení závisí na velikosti listů a výšce sloupu. Zdvojnásobením délky listů se výkon zařízení zvětší čtyřikrát. Rotory se připevňují na otočnou plošinku a kontrolují se elektromotorem spojeným se senzory, které řídí směr jejich natočení.

Energie z hlubin Země

Jaderné reakce, vyvolané rozpadem radioaktivních materiálů nepřetržitě zahřívají jádro Země na 4000 °C. S klesající vzdáleností od zemského jádra se teplota snižuje. Tato geotermální energie způsobuje, že např. na dně hlubinného dolu je teplota vyšší než teplota v jeho horních patrech.

Na některých místech se poblíž zemského povrchu vyskytují horniny, sálající teplo. Vytváří se tak horké prameny, gejzíry, nebo páry unikající ze země, které se využívají pro výrobu elektřiny.

Energie ze Slunce

Energie slunečních paprsků dopadajících na zem je 12000 krát větší než celosvětová spotřeba paliva. Sluneční paprsky rozptýlené po obrovské ploše je nutné zachytit, jejich energii odebrat a přeměnit na elektřinu nebo teplo do domácnosti a elektráren. Solární panely určené k ohřevu vody se připevňují na sluneční stranu střech domů, uvnitř skleněné nebo plastové zadní části panelu jsou černé trubice (nejvíce pohlcují teplo), naplněné vodou. Voda v okruhu se teplem ohřívá a po dosažení zvolené teploty se přečerpává do bojleru.

Solární energie se využívá i k výrobě elektrické energie. Pro tento účel se teplota slunečního záření znásobí použitím speciálních zrcadel nebo čoček.

Hertz objevil, že některé sloučeniny vystavěné světlu produkují elektřinu, jev byl pojmenován jako fotoelektrický. Teoretické objasnění podal Einstein jako přímé působení fotonů na elektron v kovu nebo polovodiči.

Fotoelektrické články se skládají z tenké vrstvy křemene sousedící s ještě tenčí vrstvou křemene dopovaného bórem. Světlo, které dopadá na článek, uvolňuje elektrony z jeho vnější vrstvy do vrstvy v nitru křemene a mezi vrstvami tak vzniká elektrické napětí. Použitelného výkonu lze dosáhnout spojením několika článků. I když křemen je hlavní složkou písku a skal a je tedy levný, do fotočlánku se používají jeho monokrystaly, jejichž vypěstování je značně nákladné.

Jsou běžné solární letadélka a solární auta, solární články se běžně užívají v hodinkách a kalkulačkách.

Rozpoznání poruch telefonních kabelů v moři

Detekce uvedených poruch se provádí nejčastěji pomocí dálkově řízených ponorek, které se spustí na dno a lokalizují poruchu. K poškozenému kabelu připevní lana a vyzvednou

jej na palubu. Detekce se provádí tak, že ponorka zachycuje slabý, nízkofrekvenční signál, vysílaný z terminálu na pobřeží. V místě poruchy se v okolí kabelu vytváří mezi dráty zkrat. Jde tedy o akustický signál, který určí opravované místo.

Mikrovlnka

V mikrovlnné troubě vzniká silné magnetické pole, které kmitá ve stejném frekvenčním rozsahu jako vysílače radiového signálu nebo radar. Molekuly vody v potravě, které absorbují energii mikrovln magnetického pole, se rozkmitávají téměř $2{,}5 \cdot 10^9$ za sekundu. Získanou energii předají pokrmu, který podle potřeby ohřejí nebo upečou.

Protože tuto energii absorbují pouze potraviny, tj. neplýtvá se na ohřev okolního vzduchu nebo trouby, je jídlo hotové dříve, než tradičními metodami.

Světlo žárovek

Prochází-li drátem elektrický proud, drát se ohřívá. Roste-li proud, roste i teplota, drátek žhne nejprve temně červeně, pak oranžově, žlutě a nakonec bíle. Pro osvětlování je snaha dosáhnout bílého světla, poněvadž při něm jsou vidět barvy tak, jako při denním světle.

Newton navrhl pokus, při kterém světelným hranolem rozložil bílé světlo v barevné spektrum, které dalším hranolem spojil opět do bílého světla. V běžném životě se považuje za bílé světlo jak denní (sluneční) světlo, tak umělé osvětlení pomocí žárovek, zářivek apod. Např. světlo žárovky má proti zářivce výrazně žlutější odstín, který je popisován tzv. barevnou teplotou. Je to teplota, které odpovídá záření absolutně černého tělesa o příslušném odstínu. Barevná teplota běžné žárovky je 2850 K, denního světla je asi 5400 K (závisí na denní době, počasí, sluneční aktivitě apod.). Existují standardy bílého světla. Např. osvětlení D_{65} původně nastavené podle barevné teploty 6500 K, reprezentuje standardní bílé světlo.

Původní žárovky měly vlákno uhlíkové, uložené ve vzduchové skleněné baňce, nejvýhodnějším materiálem se však ukázal wolfram, jenž taje při 3390 °C. V praxi se žhaví na teplotu jen 2300 °C, při vyšší teplotě se vlákno rozprašuje (přelomí nebo přepálí). Hospodárnějším zdrojem světla jsou zářivky, elektrická energie se mění na světelnou přímo (bez zprostředkující energie tepelné).

Dalším typem žárovek je halogenová žárovka, případně LED diodová žárovka.

5.5 Optika

Reprodukce barevných fotografií

Černobílé novinové fotografie i barevné fotografie se reprodukují jako tečkovaný vzor. U barevných fotografií sestávají tečky ze tří různých barev: žluté, purpurové a azurové. Kombinace různě velkých teček splynou při pohledu z dálky a simulují celé spektrum. Barevný tisk je tak založen na principu kombinace těchto tří barev v různých poměrech. Černá se přidává k trojbarevným tištěným obrázkům pro zlepšení hloubky, jasu a kontrastu. Vše závisí pouze na lidském oku, aby smíchalo barevné tečky a vytvořilo si z nich ostatní barvy.

Na reprodukci barevných fotografií se v dnešní době namísto klasických fotoaparátů používají elektronické scannery.

Mýdlová bublina

Vzniká na principu oslabení povrchového napětí vody. Díky silným mezimolekulárním silám vytvoří molekuly čisté vody kapku. Molekulami detergentu (přísady) se síly působící mezi vrchními vrstvami molekul vody oslabí a povrchové napětí se zmenší. Molekuly přísady přitažlivé síly naruší tak, že se kapka změní na film.

Když dítě fouká do bublifuku, vodní film se natahuje a vytváří bublinu. Ta po chvíli praskne, protože se voda vypaří. Odrazem světla od povrchu bubliny se vytvoří duha.

Kontrola zavazadel

Nevýkonné rentgeny, které se běžně používaly na konci minulého století dnes nahrazuje nejmodernější elektronika. Ta dokáže obraz zaostřit tak, že zaznamená drátek tenčí než lidský vlas. Účinnost rentgenové kontroly zavazadel závisí na pozornosti obsluhy. Pistoli naplocho rozpozná většina lidí bez problému. Při pohledu zepředu nebo zezadu je určení tohoto předmětu těžší.

Od konce minulého století se pro zjišťování kovových předmětů používají přístroje, které pracují na principu magnetického pole.

V současné době se pracuje na vývoji nových detekčních technik. Například se využívá paprsků gama a je založena na prosvětlování slabým radioaktivním zářením. Dále je to přístroj, který pracuje na principu termální neutronové analýzy. Zavazadlo je bombardováno neutrony, jež reagují s dusíkem, který je např. obsažen ve většině výbušnin. Přístrojem se zaznamená uvolněný plyn.

Dalším speciálním přístrojem ke kontrole zavazadel je spektroskop, dlouhá tenká trubice opatřená na konci čočkou. Lze tak kontrolovat vnitřek palivových nádrží nebo nahlížet za panely čalounění. Optickými vlákny se obraz přenáší trubicí až k malému okuláru přístroje, který funguje jako ohebný teleskop s možností vidění za roh.

Speciální rentgeny s barevným obrazem slouží k hledání předmětů, které bývají ukryté v nejrůznějších schránkách. Odhalí velikost a vzájemnou polohu věcí v kufru, i když je součástí většího množství zavazadel.

Nepozorovatelný letoun

Nátěr náběhové hrany amerického bombardéru, který pohlcuje radarové paprsky, činí tento stroj létající ve velkých výškách pro radar prakticky neviditelným.

Jiný typ letadel unikal radiolokátorům proto, že byl z nekovových materiálů, které radarový signál pohlcují.

Metody studia starších maleb

K objevování skrytých maleb se používá rentgenografie, protože malba snadno pohlcuje rentgenové paprsky o dlouhé vlnové délce. Například barvy na bázi olova nebo kadmia, pohlcují paprsky větší měrou, než barvy s obsahem chrómu nebo kobaltu. Silnější vrstva barvy absorbuje lépe, než slabá. Za zkoumaný obraz se umístí fotografický film a zepředu se prosvítí rentgenovými paprsky. Po vyvolání vystoupí na filmu obrysy starší malby.

Rentgen lze užít také pro studium změn, které malíř provádí během práce. Změny kompozice, např. jiný úhel zdvižené paže nebo skloněné hlavy, které rentgen prokáže, jsou pro historiky umění a restaurátory velice cenné.

Pro studium starších maleb se také užívá infračervené světlo. Paprsky infračerveného záření pronikají do malby a odrážejí se, což lze fotograficky zaznamenat. Cílem metody je proniknout pod tenkou svrchní vrstvu barev a zachytit umělcův prvotní náčrt uhlem. Touto metodou lze získat detaily, které na konečné malbě nejsou patrné.

Pomocí počítačů může restaurátor určit, do jaké míry se pigmenty barev použitých pro malbu barev změnili, a vytvořit barevně korigovaný obraz.

Rentgen mumií

Arabsky mumija znamená asfalt. Rentgenové snímky prokázaly, že některé použité plátěné obvazy byly skutečně napuštěny směsí obsahující asfalt. Rentgenová vyšetření přispěla nejen k poznáním metod mumifikace, ale poskytla i informace o tělesné kondici a stavu chrupu starých Egypťanů. Rentgenové snímky těl faraonů z Egyptského musea zpochybňují některé dřívější hypotézy o délce života a příbuzenských vztazích členů královských dynastií. Z analýzy kosterních změn se ukázalo, že většina faraonů zemřela v mladším věku, než se uvádělo. Z rentgenových snímků je rovněž patrné, že mnozí faraoni i jejich manželky trpěli artritidou.

Přísady v barevném skle

Ve skle je mnoho dutin, které se skrývají mezi neuspořádanými shluky molekul skla. Vyplní-li se vnitřek dutin atomy kovů, změní se průchod světla sklem a světlo se bude pohlcovat při odlišných vlnových délkách. Jevu, který se nazývá absorpce světla, vděčí kovová skla za široké spektrum barev.

Přidáním mědi do roztavené skloviny, bude výsledné sklo zbarveno rudě. Kobalt zbarví sklo do modra, železo do zelena, antimon do žluta a mangan do červena. Různě barevné okenní tabulky se sestavují do výsledného obrazce.

Metody měření výšky hory

Výšku hory lze stanovit za použití klasických metod. Určí se několik kilometrů dlouhá základní čára o známé nadmořské výšce u úpatí hory, aby z obou konců bylo možné vidět a následně změřit azimuty vrcholu pomocí teodolitů, přístrojů na přesné měření úhlů. Ze znalosti dvou úhlů a délky jedné strany trojúhelníka se dají vypočítat délky zbývajících stran a odtud i vzdálenost vrcholu od základní čáry.

Jiná metoda měření spočívá v tom, že se umístí přijímače, které příjmem signálu slouží ke stanovení přesné výšky a pozice. Na pozice obou přijímačů byly zaměřeny teodolity a ze získaných údajů byla vypočtena výška hory.

Výbrus diamantů

Přírodní diamanty se v nitru Země tvoří z grafitů. Vedle bezvýrazné náplně tužky vyniká třpyt diamantů. Diamant i grafit představují formy, ve který se vyskytuje elementární uhlík. Diamant na rozdíl od grafitů byl pod zemskou kůrou vystaven vysokým teplotám a obrovských tlakům. Jejím vlivem se molekuly diamantu přimkly těsně k sobě, struktura jeho krystalů se změnila a vznikl nejtvrdší přírodní materiál.

Diamanty mají značnou hodnotu nejen v podobě vybroušených ušlechtilých kamenů, ale i v neopracovaném stavu, kdy se využívají v průmyslu. Např. při vrtání, v hornictví, nebo při řezání betonu.

Syntetické drahokamy se připravují za vysokých teplot a tlaků nebo za pomocí speciálního zařízení, kdy se generují a urychlují uhlíkové ionty. Ty pak vysokou rychlostí narážejí na vhodný povrch a vzhledem ke svému elektrickému náboji se urychlují v magnetickém poli. Při spojení interagujících částic se tvoří diamant.

Správně vybroušený diamant, zvaný briliant, odráží vzhledem k vysokému indexu lomu veškeré dopadající světlo. Světlo se dopadem na některou z plošek briliantového výbrusu láme a rozkládá na barevné spektrum. Briliantový výbrus objevil na konci 17. století italský klenotník Vincenti Peruzziot. Diamant vybroušený touto metodou je kulatý a má 33 vybroušených plošek v horní části a 25 plošek v dolní odvrácené části. Úhly výbrusu jsou vypočteny přesně tak, že světlo vstupující ploškami se uvnitř láme a vychází vrcholem diamantu. Při špatném výbrusu tento efekt nevznikne.

Infračervený zaměřovač

Noční zaměřovač vypadá jako mohutnější zaměřovat teleskopický. Umožňuje uživateli vidět jasně i za téměř úplné temné noci tím, že jako tzv. fotonásobič zesiluje světlo měsíce nebo hvězd. Vysoce citlivý fotoelektrický senzor přemění světlo na elektrický signál podobně jako v televizní kameře. Následně se signál zesílí v obvodech zesilovače, podobným běžným zesilovačům v hifi soustavách. Nakonec se zkonvertuje zpět do podoby obrazu na malé televizní obrazovce. Lze dosáhnout viditelnosti na 400 metrů, výkonnější zaměřovače, které se používají u tanků, letadel apod. mají dosah až jeden kilometr i více.

Například v budovách apod., pokud není k dispozici ani záblesk světla hvězd lze použít infračervenou kameru. Ta místo viditelného světla zobrazuje neviditelné tepelné záření - infračervené světlo. Některé předměty, které vytvářejí teplo (táborové ohně aj.) se dají zjistit na vzdálenost několika kilometrů.

Infračervené zobrazování se používá v bojové i hlídkové činnosti. Infračervené kamery rovněž zjistí tělesné teplo.

5.6 Atomistika

Rozpoznání drog a výbušnin

K detekci drog nebo výbušnin slouží i zařízení, která nasávají vzduch ze skrytých dutin vozů, například z palivových nádrží, prostoru pod čalouněním nebo skrýší mezi stěnami. Odebírají se také vzorky vzduchu z přepravních kontejnerů nebo nákladních vozidel, u nichž je podezření, že převážejí drogy nebo výbušniny.

Vzorky se podrobují analýze přístrojem, zvaným hmotnostní spektrometr, který nasátý vzduch rozloží na jednotlivé chemické prvky a je schopen určit i nepatrné množství látek obsažených v drogách nebo výbušninách. Bylo zjištěno, že přístroj dokáže rozpoznat i jednu triliontinu gramu takové látky.

Některé přístroje jsou větších rozměrů, že jimi může projít i člověk. Tyto elektronické přístroje jsou schopny zaznamenat přítomnost dynamitu nebo nitroglycerinu pomocí elektronů přitahovaných jejich výpary.

Miniaturní generátory kosmických sond

Některé kosmické sondy získávají potřebnou elektřinu z miniaturních generátorů. Jsou sestaveny ze tří válcových kovových pouzder, která jsou naplněna oxidem plutoničitým.

Jádro každého válce obklopují stovky termočlánků. Tyto miniaturní elektrické obvody jsou tvořeny páry destiček z křemíku a germania. Jeden konec každého termočlánku je ohříván radioaktivním rozpadem plutonia, druhá část je vystrčena ven z tělesa sondy a chlazena. Rozdílem teplot mezi oběma konci termočlánků v něm vzniká tok elektronů. Volné elektrony, vybuzené v atomech křemíku ohříváním, směřují ke germaniové destičce, čímž vzniká elektrický proud. Vzhledem k tomu, že se plutonium s pokračujícím rozpadem méně zahřívá, klesá elektrický výkon generátoru s přibývajícím časem.

Speciální teorie relativity

Ze speciální teorie relativity je známo, že veškerý pohyb ve vesmíru je relativní. Einstein trval na tom, že rychlost světla je vůči pozorovateli stejná, bez ohledu na jeho pohyb. Jeho záměr, že rychlost světla je jedinou trvalou fyzickou vlastností vesmíru, je platný dodnes.

- Vypočítal, že v kosmické lodi putující rychlostí blízkou rychlosti světla, bude posádce čas ubývat pomaleji než čas měřený osobou, která se vůči této lodi nepohybuje.
- Stojícímu pozorovateli bude loď připadat kratší.

- Hmota lodi vzroste. Při rychlosti světla by její hmota byla nekonečná, proto této rychlosti nemůže dosáhnout žádný předmět, neboť by k tomu potřeboval nekonečně velkou sílu.

Speciální teorie relativity také vede k „paradoxu dvojčat“. Pokud jedno dvojče putuje kosmem rychlostí blízkou rychlosti světla, nebude se cítit jinak, než jeho dvojče na Zemi. Ale čas na palubě lodi bude ubíhat asi poloviční rychlostí. Takže až se dvojče – kosmonaut vrátí z desetileté mimozemské cesty, bude starší jen o pět let, zatímco jeho dvojče na Zemi o deset. V roce 1997 americká družice vynesla na oběžnou dráhu extrémně přesné atomové hodiny. Po návratu se tyto hodiny porovnaly se stejnými hodinami, umístěnými na Zemi a ty se skutečně opozdili o velmi malou dobu. Na palubě rychle letící družice ubíhal čas pomaleji.

Einsteinův vzorec pro energii

Einsteinův vzorec $E = mc^2$ vyjadřuje, že hmotnost m objektu může být skutečně přeměněna na energii E. K rovnici dospěl na základě svého výroku, že hmotnost m tělesa vzrůstá s jeho rychlostí v podle vzorce $m = m_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$, kde m_0 je klidová hmotnost.

Obecná teorie relativity

V uvedené teorii Einstein dokazuje, že světelný paprsek musí být při průletu kolem hvězdy vychýlen její přitažlivostí. Gravitační pole hvězdy způsobuje, že se světelný paprsek zakřiví nebo jinak přitažlivost způsobí, že se zakřiví kosmický prostor a nejkratší vzdálenost mezi dvěma body bude křivka.

V roce 1919 potvrdila jeho teorii skupina britských hvězdářů, když porovnali fotografie pořízené při úplném zatmění Slunce s fotografiemi stejných hvězd v době, kdy Slunce nebylo v jejich blízkosti. Odlišné polohy hvězd potvrdily, že Slunce opravdu jejich světlo vychýlilo.

Zánik hvězdy

Zanikne-li hvězda o velké hmotnosti, může po sobě zanechat nejtemnější a nejničivější objekt ve vesmíru, kterým je černá díra. Tento objekt nevyzařuje žádné záření. Jde o zhroucený pozůstatek staré hvězdy.

Část hmoty, která původně tvořila hvězdu, se působením vlastní přitažlivosti stlačí do maličkého objemu, menšího než objem jádra atomu, tzv. singularity. Vzhledem k mohutnému stlačení látky je jejich gravitace obrovská. Oblast kolem, která je několik kilometrů v průměru se nazývá černá díra. Přiblíží-li se cokoliv k černé díře, je do ní vtaženo a zhroutí se do singularity.

Radiové impulsy do kosmu

Dosud byly vypuštěny kosmické sondy s poselstvím např. zlaté destičky, nebo gramodeska s informacemi o Zemi. Pro komunikaci s případnou cizí civilizací je třeba vymyslet jiný způsob, např. rádiové vysílání. Běžné rádiové vlny volně putují kosmem a bude-li jakákoliv bytost vybavena dostatečně citlivým přijímačem, může si vybrat z rozhlasových a televizních programů. V roce 1974 byl vyslán prostřednictvím obří parabolické antény signál k shluku hvězd Messier 13. Poselství je tvořeno sítí radiových impulsů podobných Morseové abecedě. Pokud dokáže nějaký mimozemšťan uspořádat signál, objeví se chemické látky jako základ života, podoba a velikost lidské bytosti, lidnatost Země a její poloha v rámci sluneční soustavy. Velké úskalí mezihvězdného rozhovoru v tomto případě je v tom, že do přijetí signálu uplyne $25 \cdot 10^3$ let a na odpověď si počkáme asi $50 \cdot 10^3$ let.

Vedle toho astronomové pilně prohledávají oblohu ve snaze zjistit, zda nějaké civilizace nevysílají poselství k Zemi. Na konci minulého století se vytvořila skupina pro hledání mimozemské inteligence a je v provozu zařízení, které dokáže naladit osm milionů rádiových frekvencí najednou. Počítače sledují, zda se na těchto frekvencích neobjeví nějaké signály.

Záznam stavebních prvků vesmíru

První obrázky atomů, stavebních prvků veškeré hmoty, pořídil v 50. letech minulého století německý fyzik Mueller, který pracoval v USA. Zavedl plyn hélia do vakuového prostoru, ve kterém byl i extrémně tenký jehlový hrot. Atomy hélia, které se uchytily na hrotu, do něhož bylo zavedeno silné kladné elektrické napětí, ztratí-li část vnějšího elektronového obalu. V průběhu tohoto procesu se atomy proměnily na ionty hélia, což jsou elektrické nabyté atomy. Kladně nabité ionty se odrážely v přímém směru, neboť byly přitahovány záporně nabitou fluoreskující obrazovkou. Na obrazovce vytvořily přesný odraz jehlového hrotu, pět milionkrát zvětšený. Pozice jednotlivých atomů se zobrazily jako jasné drobné tečky. Muellerův vynález je vlastně terénní iontový mikroskop.

Mnohem přesnější zobrazení atomů poskytl v 80. letech skenovací tunelový mikroskop, kterým je možné pozorovat na obrysové mapě preparátu pozice jednotlivých atomů. Hrot jehly, který tvoří díky technologii chemického leptání pouze jeden atom, je od preparátu ve vzdálenosti několika atomů. Mezi hrotem jehly a preparátem je rozdílné napětí a protéká elektrický proud. Pohybem jehly podél preparátů se atom od atomu mění velikost odporu proudu. Záznam těchto změn lze zanést do obrysové mapy, na níž je možné rozlišit pozice jednotlivých atomů i jakékoliv poruchy v atomové stavbě. Lze zmapovat i spodnější vrstvu atomů preparátu. Je využíván při výrobě mikročipů, kdy funkčnost závisí na přesném umístění jednotlivých vrstev obsahujících různé atomy.

5 POUŽITÁ LITERATURA:

[1] BEDNAŘÍK, M; ŠIROKÁ, M. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 4. Praha: Prométheus, 2009. 288 s. ISBN 978-80-7196-382-0.

[2] BEDNAŘÍK, M; ŠIROKÁ, M; BUJOK, P. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 1. Praha: Prométheus, 1997. 343 s. ISBN 80-7196-068-3.

[3] LEPIL, O. *Mechanické kmitání a vlnění*. 1. Praha: Prométheus, 1994. 135 s. ISBN 80-901619-6-0.

[4] LEPIL, O; ŠEDIVÝ, P. *Elektřina a magnetismus*. 1. Praha: Prométheus, 1995. 398 s. ISBN 80-85849-47-x.

[5] SVOBODA, E, a kol. *Přehled středoškolské fyziky*. 1. Praha: Prométheus, 1996. 497 s.

[6] ŠIROKÁ, M; BUJOK, P. *Fyzika*. 4. Praha: Prométheus, 2007. 288 s. ISBN 978-80-7196-2.

[7] LEPIL, O; BEDNAŘÍK, M; HYBLOVÁ, R. *Fyzika pro střední školy*. 2. Praha: Prométheus, 1993. 287 s. ISBN 80-901619-7-9.

[8] KUBÍNEK, R; KOLÁŘOVÁ, H; HOLUBOVÁ, R. *Fyzika pro každého: Rychlokurz fyziky*. 1. Olomouc: Rubico, 2009. 227 s. ISBN 978-80-7346-095-2.

[9] FOJTEK, A; FOUKAL, J; MÁDR, V. *Fyzika pro přípravu k přijímací zkoušce na VŠB-TUO*. 1. Ostrava : ES VŠB-TUO, 2007. 140 s. ISBN 978248-1270-5.

[10] FEYNMAN, R, a kol. *Feynmanovy přednášky z fyziky 2*. 1. Havlíčkův brod: Fragment, 2001. 806 s. ISBN 80-7200-420-4.

[11] FEYNMAN, R, a kol. *Feynmanovy přednášky z fyziky 5*. 1. Bratislava: Alfa, 1990. 536 s. ISBN 80-05-00518-0.

[12] KREMPASKÝ, J. *Fyzika*. 1. Bratislava: Alfa, 1987. 752 s.

[13] HORÁK, Z; KRUPKA, F. *Fyzika*. 1. Praha: SNTL, 1976. 1130 s. ISBN 04-011-76.

[14] KRUPKA, F; KALIVODA, L. *Fyzika*. 1. Praha: SNTL, 1989. 672 s. ISBN 80-03-00166-8.

[15] SODOMKA, L; FIALA, J. *Fyzika a chemie kondenzovaných látek s aplikacemi 1*. 1. Liberec: Adhesiv, 2003. 678 s. ISBN 80-239-1417-0.

[16] SODOMKA, L; FIALA, J. *Fyzika a chemie kondenzovaných látek s aplikacemi 2*. 1. Liberec: Adhesiv, 2004. 678 s. ISBN 80-239-1416-0.

[17] MÁDR, V, et al. *Fyzikální měření*. 1. Praha: SNTL, 1991. 304 s. ISBN 80-03-00266-4.