

**UNIVERZITA PARDUBICE**

**FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ**

Ústav aplikované fyziky a matematiky

# **Vybrané kapitoly ze středoškolské fyziky**

Sbírka příkladů pro  
přípravný kurz 1. ročníku DFJP Univerzity Pardubice

**RNDr. Jan Zajíc, CSc.**

Pardubice 2010

# O b s a h :

<b>I. FYZIKÁLNÍ VELIČINY A JEJICH JEDNOTKY</b> .....	3
<b>II. MECHANIKA HMOTNÉHO BODU</b> .....	5
<b>II.1 Kinematika pohybu hmotného bodu</b> .....	5
a) pohyby rovnoměrné .....	5
b) pohyby zrychlené a zpomalené .....	7
c) pohyb hmotného bodu po kružnici, pohyb otáčivý .....	10
d) pohyby v homogenním tíhovém poli Země .....	11
<b>II.2 Dynamika pohybu hmotného bodu</b> .....	13
a) Newtonovy pohybové zákony .....	13
b) práce, energie, výkon .....	14
c) zákon zachování hybnosti .....	17
<b>III. HOMOGENNÍ ELEKTRICKÉ POLE</b> .....	18
a) elektrická síla, intenzita elektrického pole, práce v elektrickém poli .....	18
b) kondenzátory .....	19
<b>IV. USTÁLENÝ ELEKTRICKÝ PROUD</b> .....	22
a) odpor vodiče, Ohmův zákon .....	22
b) práce a výkon elektrického proudu .....	24
c) uzavřený elektrický obvod .....	25

© RNDr. Jan Z a j í c , CSc., 2010



# I. Fyzikální veličiny a jejich jednotky

1. Převed'te na dané jednotky:

80 Pa	=	MPa
2 800 nF	=	F
0,003 GJ	=	J
720 cm <sup>3</sup>	=	m <sup>3</sup>
25 m.s <sup>-1</sup>	=	km.h <sup>-1</sup>
0,024 MPa	=	Pa
54 km.h <sup>-1</sup>	=	m.s <sup>-1</sup>
8,7 g.cm <sup>-3</sup>	=	kg.m <sup>-3</sup>
450 m <sup>2</sup>	=	km <sup>2</sup>
200 ns	=	s
800 kg.m <sup>-3</sup>	=	g.cm <sup>-3</sup>
48 000 J	=	GJ

2. Určete výslednici dvou sil o velikostech 24 N a 30 N působících v jednom bodě, jestliže  
a) mají stejný směr,  
b) mají opačný směr,  
c) jsou navzájem kolmé.

$$(F_a = 54 \text{ N} ; F_b = 6 \text{ N} ; F_c = 38 \text{ N})$$

3. V jednom bodě působí dvě síly o velikostech  $F_1 = 12,0 \text{ N}$  a  $F_2 = 18,0 \text{ N}$ . Síly spolu svírají navzájem úhel  $60^\circ$ . Určete jednak graficky, jednak výpočtem velikost a směr jejich výslednice.

$$(F = 26,2 \text{ N} ; j = 37^\circ - \text{vzhledem k síle } F_1)$$

4. Těleso o hmotnosti 120 kg se nachází na nakloněné rovině s úhlem sklonu  $30^\circ$ . Jakou tlakovou silou působí na podložku nakloněné roviny? Jaká síla by jej uvedla do pohybu, kdyby byla podložka dokonale hladká a kdyby neexistovalo tření?

$$(F_1 = 1\,040 \text{ N} ; F_2 = 600 \text{ N})$$

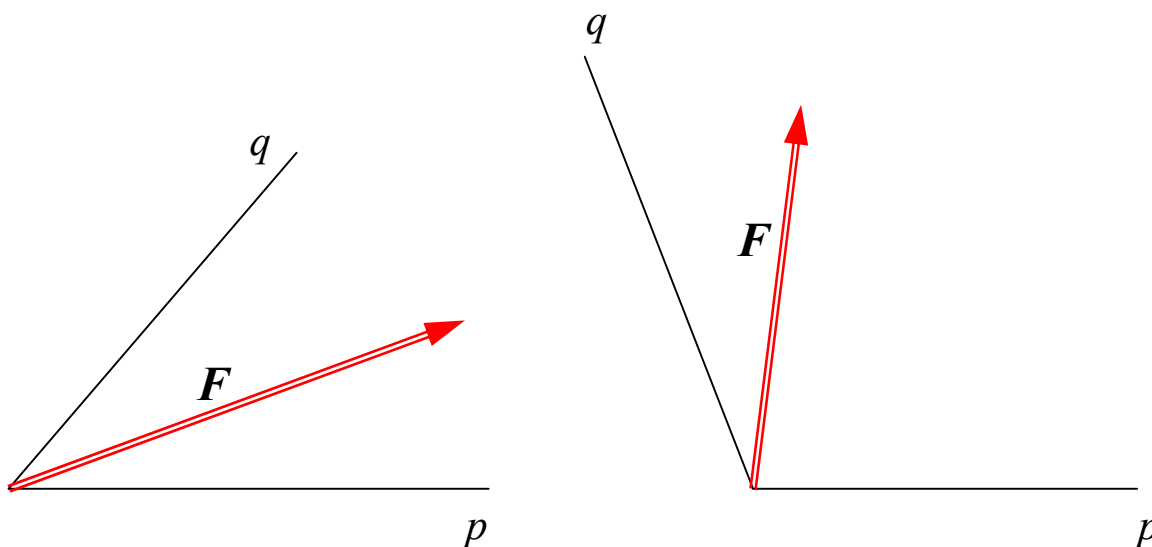
5. Sílu  $F$  o velikosti 24,0 N rozložte na dvě kolmé složky  $F_1$  a  $F_2$  tak, aby síla  $F_1$  svírala se směrem síly  $F$  právě úhel  $20^\circ$ . Jaké budou velikosti obou složek?

$$(F_1 = 22,6 \text{ N} ; F_2 = 8,2 \text{ N})$$

6. Síla  $F$  o velikosti 360 N je výslednicí dvou sil působících v jednom bodě. První má velikost 210 N a svírá se směrem výslednice úhel  $60^\circ$ . Určete velikost a směr druhé ze skládaných sil.

$$(F_2 = 313 \text{ N} ; \alpha = 35,5^\circ - \text{vzhledem ke směru výslednice } F)$$

7. Proved'te graficky rozklad síly  $F$  do směrů přímek  $p$  a  $q$ .



8. Člun pluje kolmo ke směru proudu řeky rychlostí o velikosti  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , rychlost říčního proudu je  $3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete, jaká je výsledná rychlost člunu. O kolik metrů ve směru toku bude člun unesen proudem, je-li řeka široká 120 m ?

$$(v = 4,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} ; x = 168 \text{ m})$$

9. Rychlost motorového člun v klidné vodě má velikost  $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , rychlost říčního proudu má velikost  $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Pod jak velkým úhlem musí člun plout proti proudu, aby přistál přesně naproti místu, z něhož vyplul?

$$(j = 42^\circ)$$

10. Vypočítejte, jak dlouho bude člunu z předcházejícího příkladu trvat, než přepluje řeku, jejíž šířka je právě 225 metrů.

$$(t = 25 \text{ s})$$



## II. Mechanika hmotného bodu

### II.1 Kinematika pohybu hmotného bodu

#### a) pohyby rovnoměrné

11. Vlak jel první půlhodinu průměrnou rychlostí  $80 \text{ km.h}^{-1}$ , v druhé půlhodině byla jeho průměrná rychlost  $140 \text{ km.h}^{-1}$ . Určete průměrnou rychlost vlaku během celé hodiny.

$$(v_p = 110 \text{ km.h}^{-1})$$

12. Těleso se po jistý čas pohybuje tak, že v první třetině tohoto časového úseku má stálou rychlost  $20 \text{ m.s}^{-1}$ , v druhé třetině rychlost  $4 \text{ m.s}^{-1}$  a v poslední třetině pak  $30 \text{ m.s}^{-1}$ . Určete průměrnou rychlost tělesa za celou dobu.

$$(v_p = 18 \text{ m.s}^{-1})$$

13. Cyklista stoupá na horskou prémii rychlostí  $18 \text{ km.h}^{-1}$ . V následujícím stejně dlouhém sjezdu je jeho rychlost  $72 \text{ km.h}^{-1}$ . Určete průměrnou rychlost cyklisty na celé dráze.

$$(v_p = 29 \text{ km.h}^{-1})$$

14. Určete průměrnou rychlost automobilu, jenž jednu polovinu dráhy urazí stálou rychlostí  $72 \text{ km.h}^{-1}$  a druhou polovinu pak rychlostí  $90 \text{ km.h}^{-1}$ .

$$(v_p = 80 \text{ km.h}^{-1})$$

15. Při stejném pohonu se loďka pohybuje proti proudu řeky rychlostí  $1,2 \text{ m.s}^{-1}$ , po proudu řeky pak rychlostí  $7,8 \text{ m.s}^{-1}$ . Určete rychlost loďky vzhledem k vodě. Jaká bude průměrná rychlost loďky, jestliže urazí stejnou vzdálenost nejprve po proudu, a potom proti němu?

$$(v_{\text{loďky}} = 4,5 \text{ m.s}^{-1} ; v_p = 2,1 \text{ m.s}^{-1})$$

16. Určete průměrnou rychlost tělesa, jež první třetinu své dráhy urazí stálou rychlostí  $20 \text{ m.s}^{-1}$ , druhou třetinu pak rychlostí  $4 \text{ m.s}^{-1}$  a poslední třetinu rychlostí  $30 \text{ m.s}^{-1}$ .

$$(v_p = 9 \text{ m.s}^{-1})$$

17. Těleso se po určité dráze pohybuje tak, že na první třetině dráhy má stálou rychlost  $2 \text{ m.s}^{-1}$ . Na zbývajících dvou třetinách se pohybuje rovněž stálou – ale vyšší – rychlostí  $12 \text{ m.s}^{-1}$ . Určete jeho průměrnou rychlost na celé dráze.

$$(v_p = 4,5 \text{ m.s}^{-1})$$

18. Ze dvou míst od sebe vzdálených  $105 \text{ km}$  vyrazily současně proti sobě motocykl rychlostí o velikosti  $60 \text{ km.h}^{-1}$  a auto rychlostí o velikosti  $80 \text{ km.h}^{-1}$ . Kdy a kde se potkají?

(Potkají se za 45 minut ve vzdálenosti  $45 \text{ km}$  od výchozího bodu motocyklu.)

19. Ze dvou míst **X** a **Y** navzájem vzdálených 200 m se současně začnou pohybovat dvě tělesa stejným směrem. První má rychlost  $3 \text{ m.s}^{-1}$ , druhé  $5 \text{ m.s}^{-1}$ . Za jakou dobu dostihne rychlejší těleso pomalejší? Jakou vzdálenost obě tělesa za tuto dobu urazí?  
(Dostihne ho za 100 s; rychlejší přitom ujede 500 m a pomalejší 300 m.)
20. Ze dvou míst vzdálených od sebe 82 km postupně vyrazí proti sobě dva dopravní prostředky. První stálou rychlostí o velikosti  $54 \text{ km.h}^{-1}$ , druhý pak o 20 minut později rovněž stálou rychlostí  $90 \text{ km.h}^{-1}$ . Určete místo, kde se oba dopravní prostředky setkají.  
(Potkají se za 46 minut a 40 s od okamžiku, kdy vyrazil první dopravní prostředek ve vzdálenosti 42 km od jeho výchozího bodu.; druhý pak urazí 40 km.)
21. Z místa **A** vyjede v 5 hodin rychlík průměrnou rychlostí  $80 \text{ km.h}^{-1}$  do místa **B** vzdáleného 400 km. V 6 hodin vyjede za ním z téhož místa **A** expres. Jaká musí být jeho průměrná rychlost, aby první vlak dojel právě 40 km před místem **B** ?  
(Expres dojede rychlík v 9.30 hod;  
rychlost expresu musí přitom být přibližně  $103 \text{ km.h}^{-1}$ .)
22. Vlak délky 300 m jede přes most stálou rychlostí o velikosti  $90 \text{ km.h}^{-1}$ . Od okamžiku, kdy na most vjela lokomotiva, do okamžiku, kdy most opustil poslední vagón, uplynulo přesně 30 s. Určete délku mostu.  
( $l = 450 \text{ m}$ )
23. Proti sobě jedou na dvou sousedních kolejích dva vlaky. První o délce 350 metrů má stálou rychlost o velikosti  $72 \text{ km.h}^{-1}$ , druhý, jehož délka je 250 m, jede stálou rychlostí o velikosti  $144 \text{ km.h}^{-1}$ . Určete, jak dlouhý je časový interval od setkání lokomotiv po minutí posledních vagónů obou vlaků.  
( $t = 10 \text{ s}$ )
24. Na dvou sousedních kolejích jedou stejným směrem dva vlaky. První o délce 300 metrů má stálou rychlost o velikosti  $54 \text{ km.h}^{-1}$ . Za ním pak jede druhý, jehož délka je 250 m a jehož rychlost má stálou velikost  $144 \text{ km.h}^{-1}$ . Určete, jak dlouho bude rychlejší vlak předjíždět vlak pomalejší (od okamžiku, kdy lokomotiva rychlejšího dostihne poslední vagón pomalejšího, po okamžik, kdy poslední vagón rychlejšího míjí lokomotivu pomalejšího).  
( $t = 22 \text{ s}$ )
25. Cestující vyrazil z domova do místa vzdáleného 60 km. Nejprve musel běžet na nádraží (jeho průměrná rychlost přitom byla  $15 \text{ km.h}^{-1}$ ) a dál pak pokračoval vlakem průměrnou rychlostí  $40 \text{ km.h}^{-1}$ . Kolik kilometrů musel uběhnout a kolik kilometrů se svezl, když mu celá cesta (bez čekání na nádraží) trvala 1 hodinu a 55 minut ?  
(Cestující běžel 40 minut – přitom urazil vzdálenost 10 km;  
vlakem jel poté hodinu a čtvrt a ujel jím 50 km.)

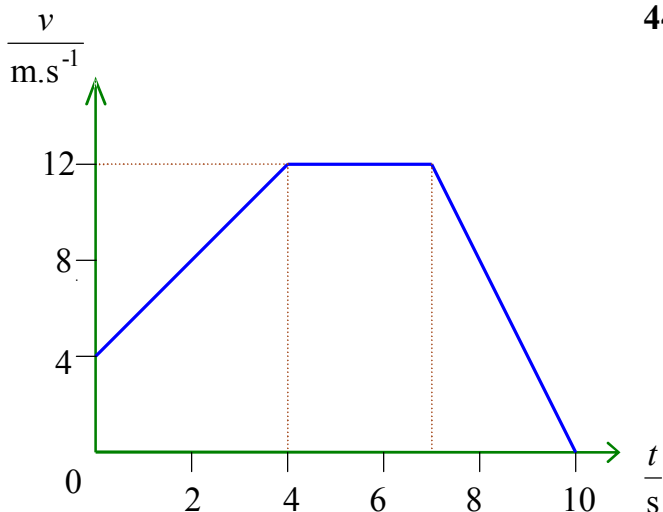


## b) pohyby zrychlené a zpomalené

26. Vlak se rozjíždí z klidu se stálým zrychlením o velikosti  $0,6 \text{ m.s}^{-2}$ . Za jakou dobu dosáhne rychlosti  $120 \text{ km.h}^{-1}$  a jakou dráhu přitom ujede?  
( $t = 56 \text{ s}$  ;  $s = 930 \text{ m}$ )
27. Automobil se rozjíždí z klidu rovnoměrně zrychleným pohybem tak, že na dráze  $100 \text{ m}$  získá rychlost o velikosti  $90 \text{ km.h}^{-1}$ . Určete, s jak velkým zrychlením se automobil pohyboval a za jaký čas uvedených  $100 \text{ m}$  urazil.  
( $a = 3,1 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $t = 8 \text{ s}$ )
28. Střela opouští hlaveň děla o délce  $3 \text{ m}$  okamžitou rychlostí  $600 \text{ m.s}^{-1}$ . Určete, za jakou dobu proběhne střela hlavní a jak velké je její zrychlení, považujeme-li její pohyb za rovnoměrně zrychlený?  
( $t = 0,01 \text{ s}$  ;  $a = 60\,000 \text{ m.s}^{-2}$ )
29. Auto se rozjíždí z klidu se stálým zrychlením a po projetí dráhy  $60 \text{ m}$  dosáhne rychlosti  $72 \text{ km.h}^{-1}$ . Za jak dlouho urazí na této dráze posledních  $15 \text{ metrů}$  ?  
( $\Delta t = 0,8 \text{ s}$ )
30. Určete velikost zrychlení přímočarého pohybu tělesa, jež bylo původně v klidu, když právě během osmé sekundy od začátku pohybu urazilo dráhu  $12 \text{ m}$ .  
( $a = 1,6 \text{ m.s}^{-2}$ )
31. Předpokládejme, že se těleso rozbíhá z klidu pohybem rovnoměrně zrychleným, přičemž urazí úsek mezi třicátým a padesátým metrem své dráhy za  $6 \text{ s}$ . Určete zrychlení jeho pohybu.  
( $a = 0,14 \text{ m.s}^{-2}$ )
32. Automobil jedoucí rychlostí o velikosti  $72 \text{ km.h}^{-1}$  začne rovnoměrně zrychlovat se zrychlením  $0,4 \text{ m.s}^{-2}$ . Za jak dlouho dosáhne rychlosti  $108 \text{ km.h}^{-1}$  a jakou přitom za tuto dobu urazí dráhu?  
( $t = 25 \text{ s}$  ;  $s = 625 \text{ m}$ )
33. Automobil jedoucí rychlostí o velikosti  $54 \text{ km.h}^{-1}$  začal rovnoměrně zrychlovat a za  $20 \text{ s}$  dosáhl rychlosti o velikosti  $90 \text{ km.h}^{-1}$ . S jak velkým zrychlením se pohyboval a jakou přitom urazil dráhu?  
( $a = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 400 \text{ m}$ )
34. Těleso mající počáteční rychlost  $5 \text{ m.s}^{-1}$  urazilo dalších  $50 \text{ m}$  za  $8 \text{ s}$ . Jaké bylo zrychlení jeho pohybu na tomto úseku?  
( $a = 0,31 \text{ m.s}^{-2}$ )

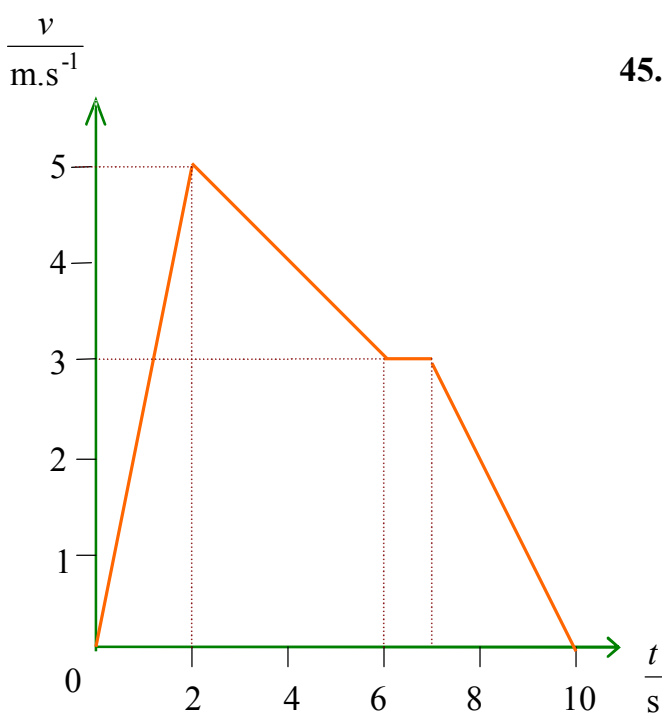
35. Těleso se pohybuje z klidu se stálým zrychlením  $1,5 \text{ m.s}^{-2}$ . V určitém místě je jeho rychlost  $25 \text{ m.s}^{-1}$ . Jak velké rychlosti dosáhne o 300 m dále?  
( $v = 39 \text{ m.s}^{-1}$ )
36. Automobil jedoucí určitou rychlostí začal svoji rychlost zvyšovat (pro jednoduchost předpokládejme, že jeho pohyb byl přitom rovnoměrně zrychlený), přičemž ujel za první dvě sekundy 16 m a za další dvě sekundy 24 m. Určete, jaké bylo zrychlení automobilu a jeho počáteční rychlost.  
( $a = 2 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $v_0 = 6 \text{ m.s}^{-1}$ )
37. Těleso se pohybuje přímočaře s konstantním zrychlením tak, že dva na sebe navazující šedesátimetrové úseky urazí postupně za 6 s a 4 s. Určete zrychlení jeho pohybu a počáteční rychlost, kterou mělo na začátku prvního měřeného úseku.  
( $a = 1 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $v_0 = 7 \text{ m.s}^{-1}$ )
38. Vlak jedoucí rychlostí  $144 \text{ km.h}^{-1}$  zastavil na dráze 1 250 m. Určete velikost zrychlení pohybu vlaku (za předpokladu, že bylo konstantní) a čas potřebný k jeho zastavení.  
( $a = 0,64 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $t = 62 \text{ s}$ )
39. Rozjetý vlak začal brzdít a se stálým zrychlením velikosti  $0,8 \text{ m.s}^{-2}$  zastavil na dráze 750 m. Jak velká byla původní rychlost vlaku před brzděním?  
( $v = 35 \text{ m.s}^{-1}$ )
40. Střela zasáhla násep a pronikla v něm do hloubky 3,4 m. Určete, jak velkou rychlostí dopadla střela na povrch náspu, jestliže její pohyb v zemině náspu trval 0,02 s. Předpokládejte pro jednoduchost, že pohyb střely byl rovnoměrně zpomalený. Jak velké bylo zrychlení (resp. zpomalení) střely?  
( $v_0 = 340 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $a = 17\,000 \text{ m.s}^{-2}$ )
41. Auto má v určitém místě dráhy rychlost  $90 \text{ km.h}^{-1}$  a o 150 m dále už jen  $54 \text{ km.h}^{-1}$ . Jaké je zrychlení auta, předpokládáme-li, že jeho pohyb je rovnoměrně zpomalený?  
( $a = 1,3 \text{ m.s}^{-2}$ )
42. Vlak jedoucí původně rychlostí  $90 \text{ km.h}^{-1}$  brzděním snížil svoji rychlost na  $60 \text{ km.h}^{-1}$  na dráze 300 m dlouhé. Vypočítejte, jakou dráhu by urazil při stejném brzdění (se stejně velkým zrychlením), kdyby měl úplně zastavit z počáteční rychlosti  $100 \text{ km.h}^{-1}$ .  
( $s = 670 \text{ m}$ )
43. Hmotný bod koná přímočarý pohyb na dráze celkové délky 660 m. Nejprve se pohybuje rovnoměrně stálou rychlostí o velikosti  $6 \text{ m.s}^{-1}$ . Od jistého okamžiku se ale začne pohybovat se stálým zrychlením o velikosti  $0,4 \text{ m.s}^{-2}$ . Určete, jakou vzdálenost hmotný bod urazí pohybem rovnoměrným a jakou potom pohybem rovnoměrně zrychleným, když na zdolání celé dráhy potřebuje 80 s.  
(Rovnoměrným pohybem urazí těleso za 50 s 300 m;  
pohybem rovnoměrně zrychleným pak za dalších 30 s urazí zbývajících 360 m.)





44. Na vedlejším obrázku je graf závislosti rychlosti pohybu hmotného bodu na čase. Určete, z jakých druhů pohybu se skládá, u každého druhu pak určete jeho zrychlení a příslušnou ujetou dráhu. Určete rovněž průměrnou rychlost během celého pohybu.

- I. Rovnoměrně zrychlený  
 $a = 2 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 32 \text{ m}$  ;
- II. Rovnoměrný  
 $a = 0 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 36 \text{ m}$  ;
- III. Rovnoměrně zpomalený  
 $a = 4 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 18 \text{ m}$  ;  
 $v_p = 8,6 \text{ m.s}^{-1}$  .



45. I na dalším obrázku je graf závislosti rychlosti pohybu hmotného bodu na čase. Opět určete, z jakých druhů pohybu se skládá, u každého druhu pak vypočítejte jeho zrychlení a příslušnou ujetou dráhu. Jak velká je průměrná rychlost pohybu během uvedených 10 s ?

- I. Rovnoměrně zrychlený  
 $a = 2,5 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 5 \text{ m}$  ;
- II. Rovnoměrně zpomalený  
 $a = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 16 \text{ m}$  ;
- III. Rovnoměrný  
 $a = 0 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 3 \text{ m}$  ;
- IV. Rovnoměrně zpomalený  
 $a = 1 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $s = 4,5 \text{ m}$  ;  
 $v_p = 2,85 \text{ m.s}^{-1}$  .

46. Z téhož místa se začnou současně ve stejném směru pohybovat dvě tělesa. První stálou rychlostí o velikosti  $4 \text{ m.s}^{-1}$ , druhé rovnoměrně zrychleným pohybem se stálým zrychlením  $0,5 \text{ m.s}^{-2}$ .

- a) Za jak dlouho budou mít obě tělesa stejnou rychlost?
- b) Za jak dlouho urazí obě tělesa stejnou dráhu?

$$(t_a = 8 \text{ s} ; t_b = 0 \text{ s nebo } t_b = 16 \text{ s})$$

47. Z téhož místa se začnou současně ve stejném směru pohybovat dvě tělesa. První má od začátku stálou rychlost o velikosti  $17,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , druhé má na počátku rychlost nulovou, ale pohybuje se stálým zrychlením  $0,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . Určete, jak daleko od výchozího místa se obě tělesa setkají.

(Setkají se za 140 s ve vzdálenosti 2 450 m od výchozího bodu.)



### c) pohyb hmotného bodu po kružnici, pohyb otáčivý

48. Hmotný bod se pohybuje po kružnici o poloměru 3,6 m rychlostí o stálé velikosti  $27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Jaká je úhlová rychlost jeho pohybu, jaká je frekvence jeho pohybu a jaké má hmotný bod při svém pohybu zrychlení?

$$(w = 7,5 \text{ s}^{-1} ; f = 1,2 \text{ Hz} ; a_n = 202,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2})$$

49. Naše Země se pohybuje kolem Slunce přibližně po kružnici o poloměru 149,5 miliónů kilometrů rovnoměrným pohybem. Určete velikost její okamžité rychlosti, úhlovou rychlost jejího pohybu a její normálové zrychlení.

$$(v = 29,8 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1} ; w = 2 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} ; a_n = 5,93 \cdot 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2})$$

50. Válec se roztáčí rovnoměrně zrychleným pohybem z klidu a za prvních 20 s vykoná právě 120 otáček. Určete úhlové zrychlení pohybu válce a jeho úhlovou rychlost na konci dvacáté sekundy.

$$(a = 3,77 \text{ s}^{-2} ; w = 75,4 \text{ s}^{-1})$$

51. Kruhová deska rovnoměrně zvyšuje své otáčky tak, že po půl minutě od začátku pohybu dosáhne frekvence otáček 50 Hz. Určete úhlové zrychlení pohybu desky a celkový počet jejích otáček za těchto 30 s .

$$(a = 10,5 \text{ s}^{-2} ; N = 750 \text{ otáček})$$

52. Setrvačnický motor vykonává 1 500 ot./min. Za jak dlouho se frekvence jeho otáček zdvojnásobí, začne-li se pohybovat se stálým úhlovým zrychlením  $2,5 \text{ s}^{-2}$  a kolik otáček celkem za tuto dobu setrvačnický motor vykoná?

$$(t = 62,8 \text{ s} ; N = 2 360 \text{ otáček})$$

53. Těleso vykonává 3 600 otáček za minutu. Při rovnoměrném brzdění se zastaví za 40 s. Jak velké je úhlové zrychlení jeho pohybu a kolikrát se těleso během brzdění otočí kolem své osy?

$$(a = 9,42 \text{ s}^{-2} ; N = 1 200 \text{ otáček})$$



### d) pohyby těles v homogenním tíhovém poli Země

Pro jednoduchost výpočtu dosazujte v těchto příkladech přibližnou hodnotou tíhového zrychlení  $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

54. Určete, jak dlouho padá těleso volným pádem ve vzduchoprázdnu z výšky 180 metrů ?  
( $t = 6 \text{ s}$ )
55. Jak velkou rychlostí by dopadlo na zem těleso padající ve vzduchoprázdnu volným pádem z výšky 80 metrů ?  
( $v = 40 \text{ m.s}^{-1}$ )
56. Určete průměrnou rychlost volně padajícího tělesa v prvních pěti sekundách pádu.  
( $v_p = 25 \text{ m.s}^{-1}$ )
57. Volně padající těleso má v bodě **A** rychlost  $30 \text{ m.s}^{-1}$ , v níže položeném bodě **B** rychlost  $70 \text{ m.s}^{-1}$ . Za jakou dobu urazí těleso trajektorii **AB** a jaká je délka této trajektorie?  
( $t = 4 \text{ s}$  ;  $s = 200 \text{ m}$ )
58. Těleso urazilo při volném pádu ve vzduchoprázdnu posledních 60 m své dráhy za 2 s. Jak dlouho a z jaké výšky padalo?  
( $t = 4 \text{ s}$  ;  $h = 80 \text{ m}$ )
59. Předmět byl vyhozen ve vzduchoprázdnu svisle vzhůru počáteční rychlostí  $30 \text{ m.s}^{-1}$ . Do jaké maximální výšky vystoupal? Za jak dlouho a jak velkou rychlostí dopadl zpátky na Zem?  
( $h_{\max} = 45 \text{ m}$  ;  $t = 6 \text{ s}$  ;  $v = 30 \text{ m.s}^{-1}$ )
60. Určete, jak velkou počáteční rychlostí byl vyhozen ve vzduchoprázdnu svisle vzhůru předmět, jestliže vystoupal do maximální výšky 125 m. Za jak dlouho po odhodu dopadl zpátky na Zem?  
( $v_o = 50 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $t = 10 \text{ s}$ )
61. Jakou rychlostí byl hozen kámen svisle vzhůru, jestliže na zem dopadl za 4 s ? Odpor vzduchu neuvažujte.  
( $v_o = 20 \text{ m.s}^{-1}$ )
62. Předmět byl hozen vodorovně rychlostí o velikosti  $12 \text{ m.s}^{-1}$  z výšky 5 m. V jaké vodorovné vzdálenosti od místa odhodu dopadl na zem, jestliže neuvažujeme odpor vzduchu?  
( $d = 12 \text{ m}$ )

63. Předmět byl ve vzduchoprázdnu vyhozen vodorovným směrem rychlostí o velikosti  $14 \text{ m.s}^{-1}$  a dopadl do vzdálenosti 56 m od paty kolmice spuštěné z místa odhodu na Zem. Určete, z jaké výšky byl předmět vyhozen.

$$(h = 80 \text{ m})$$

64. Předmět byl hozen vodorovně z výšky 20 m a dopadl do vzdálenosti 36 m (měřené ve vodorovném směru). Jak velkou rychlostí byl předmět vyhozen?

$$(v_0 = 18 \text{ m.s}^{-1})$$

65. Jak velkou rychlostí dopadl předmět z předcházejícího příkladu na Zem?

$$(v = 27 \text{ m.s}^{-1})$$

66. Vypočítejte, do jaké vzdálenosti by teoreticky ve vzduchoprázdnu doletěl projektil vystřelený rychlostí  $760 \text{ m.s}^{-1}$  šikmo vzhůru pod úhlem  $30^\circ$ . Do jaké maximální výšky nad zemským povrchem by přitom vystoupal a jak velká by byla v této výšce jeho rychlost?

$$(d = 50 \text{ km} ; h_{\max} = 14,4 \text{ km} ; v = 660 \text{ m.s}^{-1})$$

67. Jak velkou rychlostí byl vyhozen šikmo vzhůru pod úhlem  $15^\circ$  ve vzduchoprázdnu předmět, jestliže dolétl do vzdálenosti 125 m ?

$$(v_0 = 50 \text{ m.s}^{-1})$$

68. Pod jak velkým úhlem musí být vrženo šikmo vzhůru těleso, aby maximální výška tohoto šikmého vrhu byla rovna délce doletu tělesa?

$$(a = 76^\circ)$$



## II.2 Dynamika pohybu hmotného bodu

### a) Newtonovy pohybové zákony

69. Na těleso o hmotnosti 40 kg působí současně dvě kolmé síly o velikostech 15 N a 20 N. Určete zrychlení, s nímž se těleso pohybuje.

$$(a = 0,625 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2})$$

70. Určete, na jak dlouhé vodorovné trajektorii dosáhne při rozjezdu z klidu automobil hmotnosti 800 kg rychlosti  $54 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , je-li tažná síla jeho motoru 2 000 N ?

$$(s = 45 \text{ m})$$

71. Těleso uvádí do pohybu stálá síla o velikosti 0,2 N tak, že za první 4 s urazí dráhu 3,2 m. Určete hmotnost tělesa.

$$(m = 0,5 \text{ kg})$$

72. Vlak o hmotnosti 400 t jede rychlostí  $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jaké síly konstantní velikosti je třeba, aby se rychlost vlaku zvýšila na  $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na dráze délky 500 m ?

$$(F = 90 \text{ kN})$$

73. Vlak o hmotnosti 400 t jedoucí původně rychlostí o velikosti  $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  začne svoji rychlost zvyšovat působením tažné síly stálé velikosti  $1,2 \cdot 10^5 \text{ N}$ . Jakou dráhu ujede, než jeho rychlost vzroste z původní hodnoty  $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na  $144 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  ?

$$(s = 1\,625 \text{ m})$$

74. Automobil o hmotnosti 1 200 kg zvětšil svoji rychlost ze  $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na  $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  za dobu 10 s. Určete, jak velká síla tuto změnu rychlosti způsobil a jakou vzdálenost za těchto 10 s automobil urazil.

$$(F = 600 \text{ N} ; s = 225 \text{ m})$$

75. Auto o hmotnosti 2,5 t jede po silnici rychlostí  $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jaká stálá brzdící síla je potřebná k tomu, aby auto zastavilo na vzdálenosti 100 m ?

$$(F = 7,8 \text{ kN})$$

76. Vlak o hmotnosti 350 t přibrzdil z rychlosti  $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na  $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  za 14 s. Určete velikost síly, jež na vlak působila, považujeme-li jeho pohyb za rovnoměrně zpomalený.

$$(F = 250 \text{ kN})$$

77. Vlak o hmotnosti 500 t jel původně rychlostí  $108 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Brzděním tuto rychlost rovnoměrně snížil na  $54 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  na dráze, jejíž délka byla 500 m. Jaká brzdná síla konstantní velikosti přitom na vlak působila?

$$(F = 338 \text{ kN})$$

78. Kvádr o hmotnosti 5 kg táhneme po vodorovné podložce vodorovně orientovanou silou o velikosti 24 N. Součinitel smykového tření mezi kvádrem a podložkou je 0,4. Určete velikost zrychlení pohybu kvádrů.

$$(a = 0,8 \text{ m.s}^{-2})$$

79. Hmotnost vlaku je 450 t, tažná síla lokomotivy  $1,2 \cdot 10^5$  N, koeficient tření mezi koly a kolejnicí 0,015. Jakou bude mít vlak rychlost za 4 minuty po rozjezdu?

$$(v = 28 \text{ m.s}^{-1})$$

80. Jaká síla kromě síly tíhové musí působit na svisle padající těleso hmotnosti 2 kg, aby se jeho rychlost rovnoměrně zvýšila z  $2 \text{ m.s}^{-1}$  na  $20 \text{ m.s}^{-1}$  za dobu 1,5 s ?

$$(F_x = 4 \text{ N} ; \text{ její směr musí být souhlasný se silou tíhovou.})$$

81. Jaká síla kromě síly tíhové musí působit na svisle padající těleso hmotnosti 2 kg, aby se jeho rychlost rovnoměrně zvýšila z  $2 \text{ m.s}^{-1}$  na  $20 \text{ m.s}^{-1}$  na dráze délky 33 m ?

$$(F_x = 8 \text{ N} ; \text{ její směr musí být opačný, než má síla tíhová} - F_x \text{ míří svisle vzhůru.})$$

82. Po dokonale hladké nakloněné rovině, jež svírá s vodorovnou rovinou úhel  $30^\circ$ , sjíždí dřevěný kvádr. Určete velikost jeho zrychlení za předpokladu, že neuvažujeme odpor prostředí proti pohybu tohoto tělesa.

$$(a = 5 \text{ m.s}^{-2})$$

83. Určete velikost zrychlení, s nímž se bude po nakloněné rovině s úhlem sklonu  $25^\circ$  pohybovat volně vypuštěné těleso, je-li součinitel smykového tření mezi tělesem a povrchem roviny 0,45.

$$(a = 0,15 \text{ m.s}^{-2})$$



### b) práce, energie, výkon

84. Po vodorovné trajektorii se rozjíždí vlak se zrychlením  $0,5 \text{ m.s}^{-2}$ . Jakou práci vykoná lokomotiva o tažné síle 40 kN za jednu minutu od rozjezdu?

$$(W = 36 \text{ MJ})$$

85. Elektrická lokomotiva působí při rozjezdu na vlak tažnou silou 150 kN. Po 2 minutách od začátku pohybu má souprava rychlost  $108 \text{ km.h}^{-1}$ . Jak velkou práci lokomotiva přitom vykoná a jaký je průměrný výkon jejích motorů?

$$(W = 270 \text{ MJ} ; P_p = 2,25 \text{ MW})$$

86. Automobil o hmotnosti 1,6 t jedoucí původně rychlostí  $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  zvýšil během 20 s svoji rychlost na  $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete práci, kterou za tuto dobu motor auta vykoná, a jeho průměrný výkon.

$$(W = 320 \text{ kJ} ; P_p = 16 \text{ kW})$$

87. Letadlo hmotnosti 5 t vystoupá za 2 minuty po startu do výšky 3 km a dosáhne přitom rychlosti  $360 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Určete průměrný výkon jeho motorů za tuto dobu.

$$(P_p = 1,46 \text{ MW})$$

88. Motor výtahu o příkonu 8 kW zvedne rovnoměrným pohybem náklad o hmotnosti 800 kg do výšky 12 m za 15 s. Určete účinnost motoru.

$$(\eta = 80 \%)$$

89. Motor výtahu, jenž pracuje s účinností 72 %, zvedne rovnoměrným pohybem náklad o hmotnosti 750 kg do výšky 24 m za 0,5 min. Jaký je příkon motoru?

$$(P = 8,33 \text{ kW})$$

90. Elektromotor jeřábu o příkonu 25 kW pracuje s účinností 80 %. Určete hmotnost nákladu, jenž jeřáb za 20 s zvedne rovnoměrným pohybem do výšky 25 m.

$$(m = 1\,600 \text{ kg})$$

91. Jakou vzdálenost by teoreticky urazil rychlík brzděný pouze silou tření, jestliže by byla jeho počáteční rychlost  $150 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , je-li koeficient tření mezi koly a kolejnicí 0,005 ?

$$(s = 17,4 \text{ km})$$

92. Vlak jede stálou rychlostí a motory lokomotivy vyvíjejí při výkonu 2 400 kW tažnou sílu 80 kN. Za jakou dobu ujede dráhu 60 km?

$$(t = 2\,000 \text{ s})$$

93. Cyklista jede stálou rychlostí tak že ujede dráhu 36 km za 40 minut. Výkon jeho svalů je přitom 5,1 kW. Určete, jak velkou tažnou sílu cyklista vyvíjí.

$$(F = 340 \text{ N})$$

94. Turista o hmotnosti 90 kg vystoupil na vrchol vysoký 500 m za hodinu. Jaký byl jeho průměrný výkon?

$$(P_p = 125 \text{ W})$$

95. Jaký je průměrný výkon vzpěrače, jestliže dokáže za 2,5 s zvednout do výšky 2 m činku o hmotnosti 240 kg?

$$(P_p = 1\,920 \text{ W})$$

96. Kovovou tyč o hmotnosti 20 kg a délce 5 m, jež leží na vodorovné podložce, postavíme do svislé polohy. O jakou hodnotu se zvětší její tíhová potenciální energie?

$$(\Delta W = 500 \text{ J})$$

97. Kladiwo o hmotnosti 1 kg dopadlo na hřebík rychlostí  $5 \text{ m.s}^{-1}$ , přičemž hřebík pronikl do podložky o 2,5 cm. Jak velkou (předpokládejte konstantní) odporovou silou působila podložka proti pohybu hřebíku?

$$(F_o = 500 \text{ N})$$

98. Z jak vysokého svahu by se teoreticky musel spustit sjezdař na lyžích, aby získal rychlost  $126 \text{ km.h}^{-1}$ , kdyby proti jeho pohybu nepůsobily žádné odporové síly?

$$(h = 61,25 \text{ m})$$

99. Z okna domu ve výšce 12 m vypadl volně květináč o hmotnosti 1,6 kg. Na zem dopadl rychlostí o velikosti  $12 \text{ m.s}^{-1}$ . Určete, jak velká byla průměrná odporová síla vzduchu proti pohybu květináče při jeho pádu.

$$(F_o = 6,4 \text{ N})$$

100. Kvádr o hmotnosti 12,5 kg posunujeme rovnoměrným pohybem vzhůru po nakloněné rovině do vzdálenosti 24 m.. Nakloněná rovina svírá s vodorovnou rovinou úhel  $30^\circ$ . Součinitel smykového tření je 0,35. Určete práci, kterou při tom vykonáme.

$$(W = 2,4 \text{ kJ})$$

101. Kuličku jisté hmotnosti  $m$  roztáčíme ve svislé rovině na niti délky 80 cm. Určete rychlost, kterou prochází kulička nejvyšším bodem své trajektorie, jestliže v nejnižším bodě trajektorie má rychlost o velikosti  $6 \text{ m.s}^{-1}$ .

$$(v_{\min} = 2 \text{ m.s}^{-1})$$

102. Těleso hmotnosti 4 kg padá volným pádem z výšky 60 m. Určete jeho kinetickou energii, tíhovou potenciální energii a celkovou mechanickou energii v časech  $t_1 = 0 \text{ s}$ ,  $t_2 = 2 \text{ s}$  a v okamžiku dopadu.

$$(1. \dots\dots E_k = 0 \text{ J}; \quad E_p = 2\,400 \text{ J}; \quad E = 2\,400 \text{ J},$$

$$2. \dots\dots E_k = 800 \text{ J}; \quad E_p = 1\,600 \text{ J}; \quad E = 2\,400 \text{ J},$$

$$3. \dots\dots E_k = 2\,400 \text{ J}; \quad E_p = 0 \text{ J}; \quad E = 2\,400 \text{ J})$$

103. Těleso padá volným pádem z výšky  $H$ . Určete, v jaké výšce nad zemským povrchem bude jeho tíhová potenciální energie rovna jeho energii kinetické.

$$(h = \frac{H}{2})$$





### c) zákon zachování hybnosti

104. Střela o hmotnosti 10 g proletěla hlavní pušky za 0,02 s, přičemž nabyla rychlosti o velikosti  $800 \text{ m.s}^{-1}$ . Jak velká síla působila na střelu při výstřelu? Jak velká je zpětná rychlost pušky při výstřelu, je-li její hmotnost 5 kg? Jak velká je celková hybnost pušky se střelou po výstřelu?

$$(F = 400 \text{ N} ; v_p = 1,16 \text{ m.s}^{-1} ; p_{\text{celk}} = 0 \text{ kg.m.s}^{-1})$$

105. Těleso o hmotnosti 6 kg se pohybuje rychlostí  $3 \text{ m.s}^{-1}$ . Ve stejném směru se pohybuje druhé těleso o hmotnosti 14 kg rychlostí  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ . Při dokonale nepružné srážce se obě tělesa spojí v jeden celek. Určete, jak velká bude jeho rychlost, jestliže je původní směr pohybu obou těles a) souhlasný, b) opačný.

$$(v_a = 1,95 \text{ m.s}^{-1} ; v_b = 0,15 \text{ m.s}^{-1})$$

106. Železniční vagón o hmotnosti 20 t se pohybuje po vodorovné trati rychlostí o velikosti  $1 \text{ m.s}^{-1}$  a narazí do druhého vagónu o hmotnosti 30 t, jenž jede stejným směrem rychlostí o velikosti  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ . Po nárazu se oba vagóny spojí. Určete rychlost, s níž se spojené vagóny pohybují.

$$(v = 0,7 \text{ m.s}^{-1} ; \text{její směr je souhlasný s původním směrem pohybu obou vagónů.})$$

107. Vagón o hmotnosti 4 t jedoucí rychlostí  $2 \text{ m.s}^{-1}$  narazí do vagónu o hmotnosti 6 t, jenž jede proti němu rychlostí  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ . Při nárazu se oba vagóny spojí a pohybují se dál společně. Určete velikost a směr jejich společné výsledné rychlosti.

$$(v = 0,1 \text{ m.s}^{-1} ;$$

její směr je souhlasný s původním směrem pohybu vagónu o vyšší hmotnosti.)

108. Rychlost střely je měřena balistickým kyvadlem hmotnosti 13 kg. Po zásahu střelou, jejíž hmotnost je 40 g, se těžiště balistického kyvadla zvedne přesně o 20 cm. Určete rychlost střely, jestliže v kyvadle po zásahu uvízne.

$$(v = 650 \text{ m.s}^{-1})$$



### III. Homogenní elektrické pole

#### a) elektrická síla, intenzita elektrického pole, práce v elektrickém poli

109. Jakou silou na sebe působí dva bodové náboje: kladný  $+32 \mu\text{C}$  a záporný  $-36 \mu\text{C}$  ve vzdálenosti 6 cm ve vakuu? Jak se tato síla změní, když náboje nejprve spojíme, a pak opět oddálíme na původní vzdálenost?

$$(F_1 = 2,88 \cdot 10^3 \text{ N} - \text{přitažlivá} ; F_2 = 10 \text{ N} - \text{odpudivá})$$

110. Jak se změní velikost silového působení, jestliže se vzdálenost nábojů z předcházejícího příkladu zvětší na 30 cm ?

(Silové působení se v takovém případě zmenší 25-krát.)

111. Jak by se změnila velikost silového působení mezi našimi náboji, kdybychom při původní vzdálenosti mezi náboje vložili skleněnou desku s relativní permitivitou 5 ?

(Silové působení by se opět zmenšilo, tentokrát jen 5-krát.)

112. Dva stejně velké bodové náboje působí na sebe ve vakuu ve vzdálenosti 56 cm určitou silou. Do jaké vzdálenosti je musíme umístit v etylalkoholu s relativní permitivitou 25, aby velikost elektrické síly mezi náboji zůstala stejná?

$$(r_2 = 11,2 \text{ cm})$$

113. Určete velikost přitažlivé elektrické síly, kterou na sebe působí v atomu vodíku proton a elektron, je-li podle Bohrova modelu atomu vodíku poloměr kruhové trajektorie elektronu  $5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ .

$$(F_e = 8,24 \cdot 10^{-8} \text{ N})$$

114. Jak velkou elektrickou silou se navzájem odpuzují dva protony v jádře atomu hélia, je-li jejich vzdálenost  $10^{-14} \text{ m}$  ?

$$(F_e = 2,31 \text{ N})$$

115. Elektron, jenž byl původně v klidu, je urychlován elektrickou silou v homogenním elektrickém poli intenzity  $100 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ . Určete, na jak dlouhé dráze a za jaký čas získá rychlost  $2 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Hmotnost elektronu je  $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

$$(s = 0,11 \text{ m} ; t = 113 \text{ ns})$$

116. Řešte stejnou úlohu pro proton, jehož hmotnost je  $1,67 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

$$(s = 209 \text{ m} ; t = 0,21 \text{ ms})$$

117. Jak velkou rychlost získá ve vakuu na dráze délky 10 cm částice s hmotností  $10^{-6} \text{ g}$ , jestliže se nachází v homogenním elektrickém poli s intenzitou o velikosti  $10 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$  ? Náboj částice je  $0,1 \mu\text{C}$  a její počáteční rychlost nulová.

$$(v = 450 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})$$

118. Přenesením náboje  $5 \mu\text{C}$  o  $25 \text{ cm}$  ve směru siločáry homogenního elektrického pole byla vykonána práce  $10^{-3} \text{ J}$ . Určete velikost intenzity elektrického pole a potenciálový rozdíl (napětí) jímž nabitá částice prošla.

$$(E = 800 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1} ; U = 200 \text{ V})$$

119. V homogenním elektrickém poli intenzity o velikosti  $15 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$  se nachází elektron. Určete a) s jakým zrychlením se bude v tomto poli pohybovat, b) jakou pohybovou energii získá za  $5 \mu\text{s}$ , c) potenciálový rozdíl, jímž elektron za tuto dobu projde.

$$(a = 2,64 \cdot 10^{12} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} ; E_k = 7,92 \cdot 10^{-17} \text{ J} ; U = 495 \text{ V})$$

120. Mezi dvěma rovnoběžnými nabitými deskami vzdálenými od sebe  $5 \text{ cm}$  je homogenní elektrické pole intenzity o velikosti  $10^4 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ . Těsně u záporné desky se nachází kladný náboj  $6 \mu\text{C}$ . Určete

- napětí mezi oběma deskami,
- elektrickou sílu, jež na náboj působí,
- práci potřebnou k přenesení tohoto náboje na kladnou desku.

$$(U = 500 \text{ V} ; F_e = 0,06 \text{ N} ; W = 3 \text{ mJ})$$



### b) kondenzátory

121. Deskový kondenzátor má plochu desek  $150 \text{ cm}^2$ , vzdálenost desek je  $1 \text{ mm}$ . Jaká je jeho kapacita? Jaké musí být napětí mezi deskami kondenzátoru, aby na nich byl právě náboj  $45 \text{ nC}$  ?

$$(C = 1,33 \cdot 10^{-10} \text{ F} ; U = 339 \text{ V})$$

122. Desky kondenzátoru bez dielektrika mají plochu  $1,5 \text{ m}^2$ , jejich vzdálenost je  $2,4 \text{ mm}$ . Kondenzátor nabijeme na napětí  $6 \text{ kV}$ . Vypočítejte kapacitu kondenzátoru, náboj na jeho deskách a intenzitu elektrického pole mezi deskami kondenzátoru.

$$(C = 5,5 \text{ nF} ; Q = 33 \mu\text{C} ; E = 2,5 \cdot 10^6 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1})$$

123. Jakou rychlost by měl proton při dopadu na zápornou desku, kdybychom jej volně vypustili od kladné desky kondenzátoru z předcházejícího příkladu?

$$(v = 1,07 \cdot 10^6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$$

124. Řešte stejnou úlohu i pro elektron volně vypuštěný od záporné desky. Jakou rychlostí by tato nabitá částice dopadla na kladnou desku stále stejného kondenzátoru?

$$(v = 4,6 \cdot 10^7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$$

125. Dva kondenzátory se stejnou kapacitou zapojíme jednak do série a jednak paralelně. Rozdíl ve výsledných kapacitách obou kombinací je  $4,8 \mu\text{F}$ . Určete kapacitu těchto kondenzátorů.

$$(C = 3,2 \mu\text{F})$$

126. Tři kondenzátory mají kapacity  $6 \mu\text{F}$ ,  $4 \mu\text{F}$  a  $2 \mu\text{F}$ . Při jakém zapojení dávají maximální a při jakém minimální výslednou kapacitu?

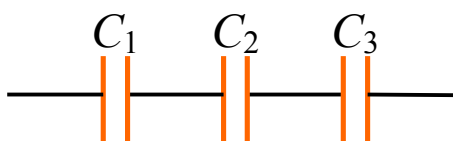
$$(C_{\max} = 12 \mu\text{F} \text{ při čistě paralelním ; } C_{\min} = 1,1 \mu\text{F} \text{ při čistě sériovém zapojení)}$$

127. Spojíme-li dva kondenzátory sériově, bude výsledná kapacita tohoto zapojení  $7,2 \text{ pF}$ , spojíme-li je poté paralelně, získáme celkovou kapacitu  $30 \text{ pF}$ . Určete kapacity obou kondenzátorů.

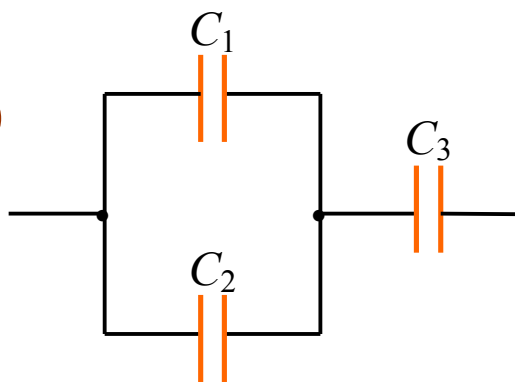
$$(C_1 = 12 \text{ pF}, C_2 = 18 \text{ pF} \text{ a naopak})$$

128. Tři kondenzátory o kapacitách  $C_1 = 2 \text{ pF}$ ,  $C_2 = 4 \text{ pF}$  a  $C_3 = 6 \text{ pF}$  jsou zapojeny tak, jak je uvedeno na následujících obrázcích. Určete výslednou kapacitu každého zapojení.

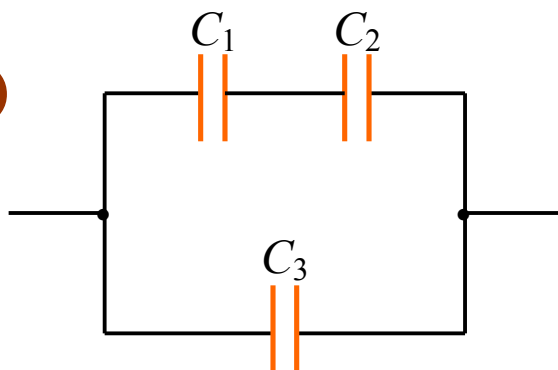
a)



b)



c)



$$(C_a = 1,1 \text{ pF ; } C_b = 3 \text{ pF ; } C_c = 7,3 \text{ pF})$$

129. Určete výslednou kapacitu zapojení čtyř kondenzátorů na vedlejším obrázku, jestliže jsou jejich kapacity:

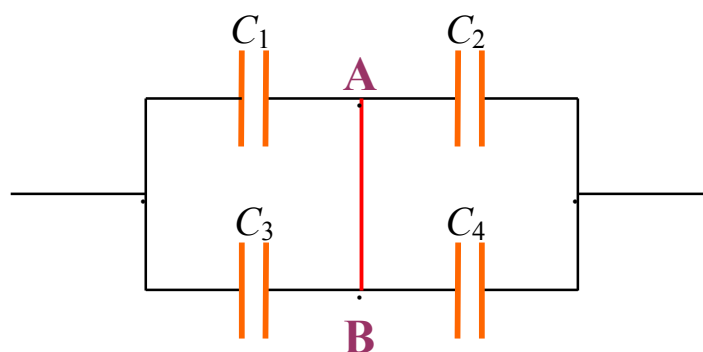
$$C_1 = 6 \mu\text{F},$$

$$C_2 = 4 \mu\text{F},$$

$$C_3 = 9 \mu\text{F},$$

$$C_4 = 36 \mu\text{F};$$

- a) v případě, že vodivá příčka mezi body **A** a **B** není zapojena;
- b) v případě, kdy vodivá příčka mezi body **A** a **B** zapojena bude.



$$(C_a = 9,6 \mu\text{F} ; C_b = 10,9 \mu\text{F})$$

130. Dva kondenzátory s různými kapacitami  $6 \mu\text{F}$  a  $4 \mu\text{F}$  nabijeme na různá napětí. První kondenzátor na napětí  $50 \text{ V}$  a druhý na  $150 \text{ V}$ . Po nabití pak oba kondenzátory **souhlasnými** póly paralelně spojíme. Jaké bude po spojení kondenzátorů výsledné napětí na soustavě?

$$(U = 90 \text{ V})$$

131. Bylo by výsledné napětí jiné, kdybychom za stejných podmínek paralelně spojili oba kondenzátory **nesouhlasnými** póly?

(Ano, výsledné napětí by mělo v tomto případě hodnotu jen  $30 \text{ V}$ )



## IV. Ustálený elektrický proud

### a) odpor vodiče, Ohmův zákon

132. Vodičem o odporu  $25 \Omega$  prošel za 3 minuty náboj  $36 \text{ C}$ . Vypočítejte, jaké napětí přitom muselo být na koncích vodiče.

$$(U = 5 \text{ V})$$

133. Dva rezistory zapojené do série dávají výsledný odpor  $32 \Omega$ , při paralelním zapojení je jejich výsledný odpor jen  $6 \Omega$ . Určete odpory obou rezistorů.

$$(R_1 = 8 \Omega, R_2 = 24 \Omega \text{ a naopak})$$

134. K odporu  $36 \Omega$  připojíme paralelně druhý neznámý odpor  $R_2$ . Hodnota odporu celé paralelní kombinace pak bude  $14,4 \Omega$ . Jaký je odpor neznámého rezistoru?

$$(R_2 = 24 \Omega)$$

135. Drát délky  $100 \text{ m}$  a průměru  $1 \text{ cm}$  má odpor  $0,2 \Omega$ . Jakou délku musí mít drát z téhož materiálu o průměru  $4 \text{ mm}$ , aby měl stejný odpor jako první drát?

$$(l_2 = 16 \text{ m})$$

136. Tři rezistory o odporech  $10 \Omega$ ,  $20 \Omega$  a  $30 \Omega$  jsou zapojeny sériově ke zdroji elektrického napětí neznámé hodnoty. Určete toto napětí zdroje, jestliže víte, že na odporu  $R_2$  je napětí právě  $12 \text{ V}$ .

$$(U_{\text{zdroje}} = 36 \text{ V})$$

137. Tři rezistory o odporech  $10 \Omega$ ,  $20 \Omega$  a  $30 \Omega$  jsou zapojeny paralelně a připojeny ke zdroji elektrického napětí určité hodnoty. Jaký proud prochází jednotlivými rezistory, je-li celkový proud od zdroje ke kombinaci  $1,2 \text{ A}$  ?

$$(I_1 = 0,65 \text{ A} ; I_2 = 0,33 \text{ A} ; I_3 = 0,22 \text{ A})$$

138. Vypočítejte výsledný odpor kombinace tří rezistorů, jejichž odpory mají hodnoty  $R_1 = 8 \Omega$ ,  $R_2 = 12 \Omega$  a  $R_3 = 6 \Omega$ , jsou-li spojeny

- všechny tři rezistory paralelně,
- $R_2$  s  $R_3$  paralelně a  $R_1$  k nim sériově.

$$(R_a = 2,7 \Omega ; R_b = 12 \Omega)$$

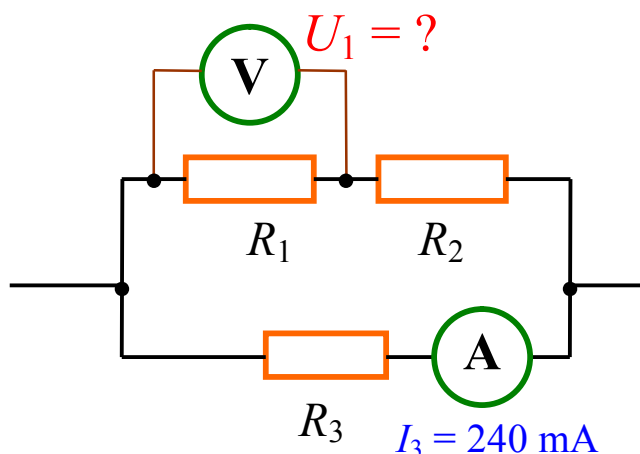
139. Vypočítejte výsledný odpor kombinace tří rezistorů, jejichž odpory mají hodnoty  $R_1 = 8 \Omega$ ,  $R_2 = 12 \Omega$  a  $R_3 = 6 \Omega$ , jsou-li spojeny

- $R_2$  všechny tři rezistory sériově,
- $R_2$  s  $R_3$  sériově a  $R_1$  k nim paralelně.

$$(R_a = 26 \Omega ; R_b = 4,6 \Omega)$$

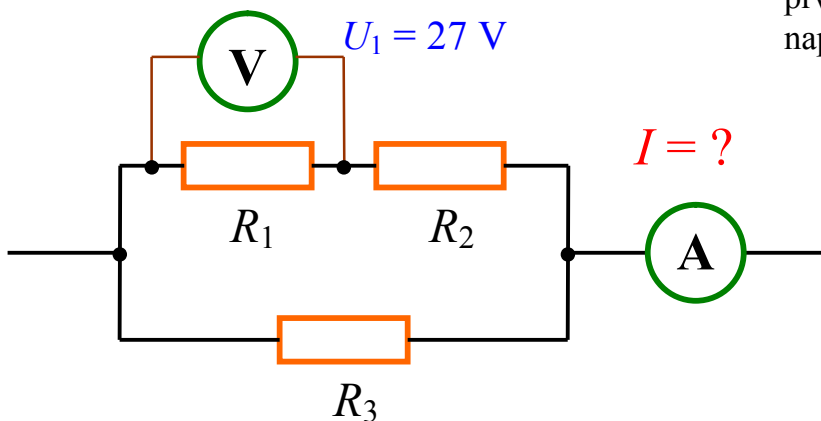
140. Určete, jak velké napětí ukazuje voltmetr na vedlejším obrázku, jsou-li odpory jednotlivých rezistorů  $R_1 = 36 \Omega$ ,  $R_2 = 24 \Omega$  a  $R_3 = 50 \Omega$ . Ampérmetr, jenž je zapojen v dolní větvi, přitom ukazuje proud 240 mA.

$$(U_1 = 7,2 \text{ V})$$



141. Určete, jak velký proud ukazuje ampérmetr na připojeném obrázku, jsou-li odpory jednotlivých rezistorů  $R_1 = 18 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$  a  $R_3 = 72 \Omega$ . Voltmetr připojený ke svorkám prvního rezistoru přitom ukazuje napětí 27 V.

$$(I = 2 \text{ A})$$



## b) práce a výkon elektrického proudu

142. Dva rezistory, jejichž odpory jsou  $24 \Omega$  a  $8 \Omega$ , jsou zapojeny **za sebou** a připojeny k napětí  $24 \text{ V}$ . Určete:

- proud tekoucí oběma odpory,
- napětí na svorkách každého odporu,
- výkon elektrického proudu v každém odporu.

$$(I = 0,75 \text{ A} ; U_1 = 18 \text{ V} ; U_2 = 6 \text{ V} ; P_1 = 13,5 \text{ W} ; P_2 = 4,5 \text{ W})$$

143. Dva rezistory, jejichž odpory jsou  $24 \Omega$  a  $8 \Omega$ , jsou zapojeny **vedle sebe** a připojeny k napětí  $24 \text{ V}$ . Určete:

- proud tekoucí každým odporem,
- celkový proud tekoucí od zdroje ke kombinaci,
- výkon elektrického proudu v každém odporu.

$$(I_1 = 1 \text{ A} ; I_2 = 3 \text{ A} ; I = 4 \text{ A} ; P_1 = 24 \text{ W} ; P_2 = 72 \text{ W})$$

144. **Sériová** kombinace dvou rezistorů s odpory  $12 \Omega$  a  $24 \Omega$  je připojena k napětí  $9 \text{ V}$ . Jaké teplo se vyvine v každém z těchto odporů za  $5$  minut?

$$(Q_1 = 225 \text{ J} ; Q_2 = 450 \text{ J})$$

145. Řešte podobnou úlohu se stejnými rezistory, ale tentokrát k uvedenému napětí připojenými **paralelně**.

$$(Q_1 = 2\,025 \text{ J} ; Q_2 = 1\,012 \text{ J})$$

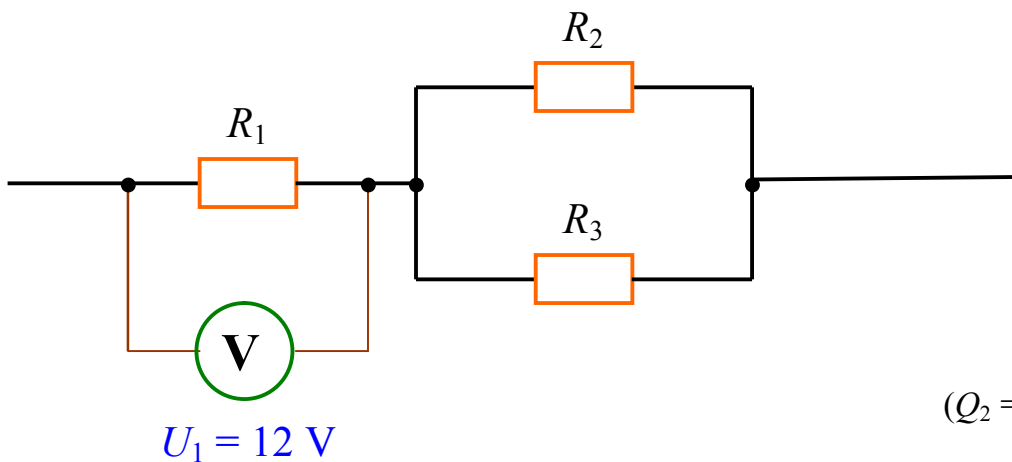
146. V zapojení na obrázku je dáno:

$$R_1 = 24 \Omega,$$

$$R_2 = 15 \Omega,$$

$$R_3 = 10 \Omega.$$

Určete, jak velké teplo se vyvine v rezistoru s odporem  $R_2$  za  $10$  minut.





### c) uzavřený elektrický obvod

147. Rezistor s odporem  $18 \Omega$  je připojen ke zdroji elektromotorického napětí, jehož vnitřní odpor je  $2 \Omega$ . Svorkové napětí na rezistoru je v uvažovaném případě právě  $13,5 \text{ V}$ . Určete, jaký proud protéká tímto obvodem, elektromotorické napětí zdroje a maximální proud v obvodu při zkratu.

$$(I = 0,75 \text{ A} ; U_e = 15 \text{ V} ; I_{\max} = 7,5 \text{ A})$$

148. Určete svorkové napětí galvanického článku, je-li jeho elektromotorické napětí  $1,5 \text{ V}$  a vnitřní odpor  $1,2 \Omega$ , jestliže je při provozu zatížen vnějším odporem  $3 \Omega$ .

$$(U = 1,07 \text{ V})$$

149. Ke zdroji s elektromotorickým napětím  $12 \text{ V}$  a vnitřním odporem  $1,6 \Omega$  připojíme spotřebič, jehož odpor neznáme. Určete jej, jestliže svorkové napětí zdroje je  $10 \text{ V}$ .

$$(R = 8 \Omega)$$

150. Při odběru proudu  $2 \text{ A}$  je svorkové napětí zdroje  $32 \text{ V}$ , odebíráme-li však proud  $4 \text{ A}$ , klesne toto napětí na  $26 \text{ V}$ . Určete elektromotorické napětí zdroje a jeho vnitřní odpor.

$$(U_e = 38 \text{ V} ; R_i = 3 \Omega)$$

151. Připojíme-li ke zdroji rezistor o odporu  $5 \Omega$ , prochází jím proud  $1,5 \text{ A}$ . Bude-li ke zdroji připojen rezistor o odporu  $20 \Omega$ , klesne proud na  $0,5 \text{ A}$ . Určete elektromotorické napětí zdroje a jeho vnitřní odpor.

$$(U_e = 11,25 \text{ V} ; R_i = 2,5 \Omega)$$

152. Odebíráme-li ze zdroje do obvodu proud  $2,5 \text{ A}$ , naměříme svorkové napětí  $43 \text{ V}$ . Zvýšíme-li odběr proudu na dvojnásobek, poklesne toto napětí na  $38 \text{ V}$ . Určete:

- elektromotorické napětí zdroje,
- vnitřní odpor zdroje,
- jak velký proud poteče obvodem při zkratu.

$$(U_e = 48 \text{ V} ; R_i = 2 \Omega ; I_{\max} = 24 \text{ A})$$

153. K baterii o elektromotorickém napětí  $15 \text{ V}$  a vnitřním odporu  $2 \Omega$  je připojen spotřebič, jímž prochází proud  $0,5 \text{ A}$ . Určete odpor spotřebiče, příkon elektrického proudu do tohoto spotřebiče a účinnost obvodu.

$$(R = 28 \Omega ; P = 7 \text{ W} ; h = 93 \%)$$

154. Ke zdroji o elektromotorickém napětí  $24 \text{ V}$  a vnitřním odporu  $2 \Omega$  je připojen spotřebič o odporu  $6 \Omega$ . Určete

- výkon zdroje,
- výkon elektrického proudu ve vnější části obvodu,
- účinnost zdroje.

$$(P_{\text{zdroje}} = 72 \text{ W} ; P = 54 \text{ W} ; h = 75 \%)$$

- 155.** Rezistor s odporem  $12 \Omega$  je připojen ke zdroji elektromotorického napětí, jehož vnitřní odpor je  $1,6 \Omega$ . Na svorkách rezistoru přitom naměříme napětí  $9 \text{ V}$ . Určete:
- a) proud tekoucí tímto obvodem,
  - b) elektromotorické napětí zdroje,
  - c) výkon elektrického proudu ve spotřebiči,
  - d) výkon zdroje,
  - e) účinnost obvodu.

$$(I = 0,75 \text{ A} ; U_e = 10,2 \text{ V} ; P = 6,75 \text{ W} ; P_{\text{zdroj}} = 7,65 \text{ W} ; h = 88 \%)$$

