KLÍČ K MODULU 3. ELEKTROMAGNETICKÉ POLE

3.1.1. ELEKTRICKÝ NÁBOJ

ZTO 3.1.1.-1 a)
ZTO 3.1.1.-2 b)
ZTO 3.1.1.-3 c)
jádro uranu má 92 protonů a 146 neutronů (238 – 92), v elektronovém obalu je 92 elektronů
ZTO 3.1.1.-4 a)
Platí zákon zachování náboje a zákon zachování hmotnosti. Řešení najdete v Základech fyziky v řešené úloze RU 3.1.1.-2.
ZTO 3.1.1.-5 c)
ZTO 3.1.1.-6 a)
ZU 3.1.1.-1 $1{,}3.10^{14}$ elektronů
ZU 3.1.1.-2 $6{,}3.10^{18}$ elektronů
ZU 3.1.1.-3 8 elektronů, 8 protonů, 8 neutronů
ZU 3.1.1.-4 $1{,}32.10^{13}$ C
ZU 3.1.1.-5 $1{,}47.10^{-17}$C

3.1.2. COULOMBŮV ZÁKON

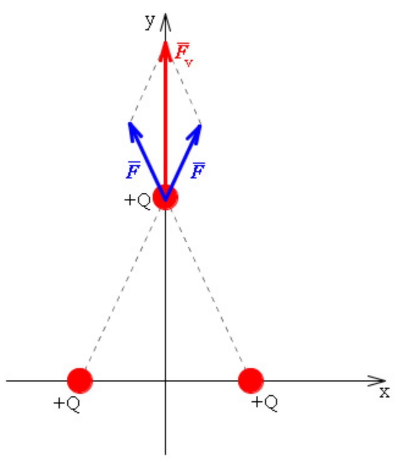
ZTO 3.1.2.-1 b) , c)

Platí Coulombův zákon $F = k\dfrac{Q_1.Q_2}{r^2}$

ZTO 3.1.2.-2 b)
ZTO 3.1.2.-3 b)
Ze všech jednotek používaných v elektromagnetickém poli je pouze jedna jednotka základní. Je to jednotka proudu ampér (A). Později se dozvíte, že C = A.s
ZTO 3.1.2.-4 c)
ZTO 3.1.2.-5 a)

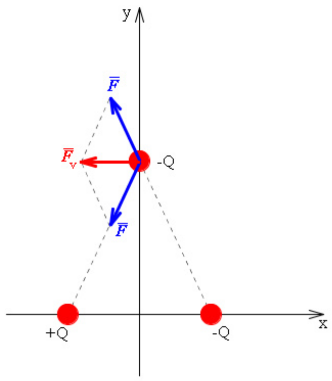
Z Coulombova zákona vyjádřete konstantu k. $k = \dfrac{F.r^2}{Q_1.Q_2}$ a dosaďte jednotky

ZTO 3.1.2.-6 a) d)
Na kladnou částici B působí částice A a C. Na částici B tedy působí dvě síly. Jejich výslednice musí být rovna nule.
ZTO 3.1.2.-7 c)
Na prostřední částici působí dvě síly. Obě mají stejnou velikost *F*. Jejich směr a jejich výslednici $\vec{F}_V$ vidíte na obrázku O 3.1.2.-6.



O 3.1.2.-6

ZTO 3.1.2.-8



O 3.1.2.-8

b)

Na prostřední částici působí dvě síly. Obě mají stejnou velikost F. Jejich směr a jejich výslednici $\vec{F}_V$ vidíte na obrázku O 3.1.2.-8.

ZU 3.1.2. –1 $F = 9.10^9$N

ZU 3.1.2.-2 $r = 5$m

ZU 3.1.2.-3 a) $Q = 3{,}2.10^{-19}$C

b) ionty jsou dvojmocné

Uvědomte si velikost elementárního náboje e. Poměr Q/e vám určí mocnost iontu

ZU 3.1.2. –4 $F = \dfrac{8.k.Q.q}{L^2}$

Musíte vyřešit síly mezi náboji +Q a +q a mezi –Q a +q. Uvědomte si jejich směry a vypočítejte velikost jejich výslednice.

ZU 3.1.2. –5 $F = 0$N

ZU 3.1.2.-6 $Q = 1{,}3.10^{-6}$C

Vyberte si jedno tělísko a uvažte, že na něj působí dvě síly: tíha $\vec{F}_1$ a odpudivá elektrická síla $\vec{F}_2$. Jejich výslednice $\vec{F}$ je síla, která napíná vlákno. Stejnou úvahu lze aplikovat i v případě druhého tělíska.

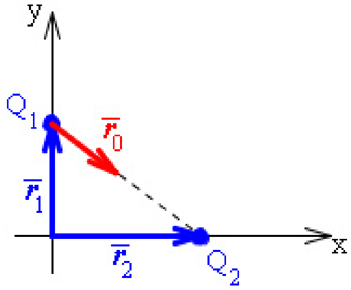
ZU 3.1.2.-7 $F_C : F_g = \dfrac{k.e^2}{\kappa.m_p{}^2}$

ZU 3.1.2.-8 $F = 9{,}23.10^{-8}$ N

BU 3.1.2.-9 Náboje jsou ve vzdálenosti $r = \sqrt{3^2 + 4^2} \Rightarrow r = 5m$, velikost síly je F = 18 N.

Abychom našli vektor $\vec{F}$ musíme najít jednotkový vektor ve směru působící síly. Podle obrázku O 3.1.2.-10 je jednotkový vektor $\vec{r}_o = (\vec{r}_2 - \vec{r}_1)/r$ a po dosazení

$\vec{r}_o = (0{,}8\vec{i} - 0{,}6\vec{j})$ m.



O 3.1.2.-10

3.1.3. INTENZITA ELEKTRICKÉHO POLE

ZTO 3.1.3.-1 a), d)
ZTO 3.1.3-2 a)
Ve zkoumaném bodě A si myslíme kladný testovací náboj. Síla, kterou působí náboj +*Q* na tento kladný testovací náboj určí směr intenzity.
ZTO 3.1.3.-3 c)
ZTO 3.1.3.-4 d)
ZTO 3.1.3.-5 c)
ZTO 3.1.3.-6 a)
ZTO 3.1.3.-7 c)
ZTO 3.1.3.-8 a)
ZTO 3.1.3.-9 c)
Velikost intenzity *E* elektrostatického pole je podle definice rovna síle, kterou pole působí na jednotkový náboj v poli umístěný, tj. *F/Q*.
ZTO 3.1.3.-10 a)
Ve zkoumaném bodě, tj. v počátku souřadnic si myslíme **vždy kladný** testovací náboj.
Tento kladný testovací náboj bude
nábojem Q_1 odpuzován, vektor $\vec{E}_1$ je orientován ve směru +x
nábojem Q_2 přitahován, vektor $\vec{E}_2$ je orientován ve směru +x
BTO 3.1.3.-11 a)
V místě A je větší hustota siločar a tedy větší intenzita elektrického pole *E*.
BTO 3.1.3.-12 c)
Plocha se nachází v homogenním elektrostatickém poli. Proto $\Phi_e = \vec{E}.\vec{S} = E.S.\cos\beta$
(plyne z definice skalárního součinu, úhel β je úhel který oba vektory svírají, tedy úhel který svírá vektor intenzity $\vec{E}$ s vektorem normály $\vec{n}$.
BTO 3.1.3.-13 c)
$\Phi_e = N = E.S$
ZTO 3.1.3.-14 c)
Pro velikost intenzity pole nabité desky platí $E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_o}$
ZTO 3.1.3.-15 a) , d)
ZTO 3.1.3.-16 c)
Pro velikost intenzity mezi deskami platí $E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_o}$
BTO 3.1.3.-17 c)
viz příklad BLP 3.1.3.-8
BTO 3.1.3.-18 a)
Podle Gaussovy věty tok $\Phi_e = \dfrac{Q}{\varepsilon_o}$, kde *Q* je náboj obklopený Gaussovou plochou. V našem případě měníme tvar Gaussovy plochy, nikoliv náboj *Q*.
ZU 3.1.3.-1 $E = 5.10^3$ N/C
ZU 3.1.3.-2 $E = 4$ N/C , vektor intenzity leží na spojnici náboje *Q* a zkoumaného bodu, působiště má ve zkoumaném bodě a bude orientován směrem od kladného náboje *Q*.
ZU 3.1.3.-3
$\sigma = 35{,}4.10^{-9}$ C.m^{-2}
Vycházíme ze vztahu $E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

ZU 3.1.3.-4 $\sigma = 17{,}7.10^{-9}$ C.m^{-2}
BU 3.1.3.-5 $L = 3{,}9.10^{-12}$ m
Nejprve si určete počet protonů respektive elektronů v molekule.Potom můžete počítat dipólový moment jako $Q.L$

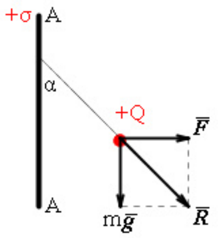
ZU 3.1.3.-6 $E = 2.k\dfrac{Q}{d^2}$

BU 3.1.3.-9 Hledaná intenzita je $E = k\tau\left(\dfrac{1}{R-L} - \dfrac{1}{R}\right)$, $E = F/Q$

BU 3.1.3.-10 $\Phi_e = 0{,}07$ N.m^2/C
Využijte Gaussovy věty $\Phi_e = Q/\varepsilon_o$. Náboj Q zjistíte z objemové hustoty $\rho = Q/V$
BU 3.1.3.-12 Velikost intenzity je v obou bodech stejná , $E = 22{,}6$ N/C
$\vec{E}_1 = 22{,}6\vec{i}$ N/C $\quad \vec{E}_2 = -22{,}6\vec{i}$ N/C

BU 3.1.3.-13 Plošná hustota náboje $\sigma = \dfrac{2.\varepsilon_o}{Q}\sqrt{R^2 - m^2 g^2}$ **= 7,8.10^{-6} C/m^2**

Na obrázku O 3.1.3.-22 b vidíte síly, které působí na nabitou částici. Částice je odpuzována od desky silou F. Tíha částice je $G = m.g$.



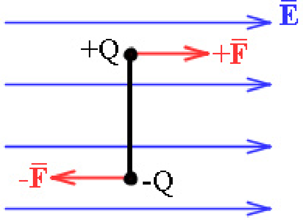
O 3.1.3.-22 b

BU 3.1.3.-14 Tok Φ_e = -670 N.m^2.C^{-1}

$\Phi_e = \dfrac{Q}{\varepsilon_o}$, kde Q je celkový náboj obklopený plochou P. $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$. Náboje Q_4 a Q_5 se nacházejí vně Gaussovy plochy P a nepřispívají k celkovému náboji Q. Pokud je celkový náboj uvnitř uzavřené Gaussovy plochy záporný, je tok plochou P záporný (a to je náš případ).

3.1.4. BODOVÝ NÁBOJ V ELEKTRICKÉM POLI

ZTO 3.1.4.-1 c)
Podle Newtonova zákona síly platí : $a = F/m$. F je velikost síly, kterou pole intenzity E působí na částici.
ZTO 3.1.4.-2 c)
BTO 3.1.4.-3 c)
Intenzita $\vec{E}$ je síla, která působí na jednotkový **kladný** náboj. Pole působí na náboj $+Q$ silou ve směru intenzity $\vec{E}$**,** na náboj $-Q$ silou stejně velkou ale opačně orientovanou (viz obrázek. O 3.1.3.-12).Vzniká dvojice sil, která dipól natočí.



O 3.1.3.-12

ZTO 3.1.4.-4 b)
BTO 3.1.4.-5 c)
Pole je homogenní. Na elektron působí síla $F = E.Q$, která má konstantní velikost a směr –x.
BTO 3.1.4.-6 a)
BTO 3.1.4.-7 d)
Elektrické pole intenzity E působí na nabitou částici silou velikosti $F = Q.E$
Tato síla uděluje částici zrychlení podle Newtonova zákona síly $F = m.a$
Tedy $m.a = Q.E \Rightarrow a = \dfrac{Q.E}{m}$
BTO 3.1.4.-8 b**)**
BTO 3.1.4.-9 c)
BTO 3.1.4.-10 e)
BTO 3.1.4.-11 a) , b)
ZU 3.1.4.-1 $F = 3{,}2.10^{-16}$ N, $a = 3{,}5.10^{14}$ m.s^{-2}
ZU 3.1.4.-2 $F = 3{,}2.10^{-14}$ N, $a = 1{,}9.10^{13}$ m.s^{-2}
BU 3.1.4.-3 a) $a = 0{,}35.10^{16}$ m.s^{-2}, b) $v = 8{,}4.10^{6}$ m/s
Elektron je v homogenním elektrickém poli. Síla pole je konstantní, elektron se pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem s konstantním zrychlením.
Ze známé intenzity pole si vyjádřete sílu, kterou pole působí na elektron. Z Newtonova zákona síly si vyjádřete zrychlení. Z kinematiky znáte rovnice $v = a.t$ a dále $s = \dfrac{a.t^2}{2}$
Z těchto rovnic vyřešíte hledanou rychlost.
BU 3.1.4.-4 $\vec{E} = -1{,}08.10^4\,\vec{k}$ N/C
ZU 3.1.4.-5 $U = 3{,}2$ kV
BU 3.1.4.-6 $v_o = 5{,}7.10^{7}$ m/s
Elektrony se pohybují po parabole. Rovnici této trajektorie najdeme takto:
V ose x na elektron nepůsobí síla a pohyb elektronu je rovnoměrný přímočarý

$$x = v_o\,.\,t \qquad \text{(a)}$$

V ose y na elektron působí konstantní síla pole a pohyb elektronu je rovnoměrný zrychlený

$$m.a = E.Q \Rightarrow a = \frac{E.Q}{m} \qquad y = \frac{1}{2}\frac{E.Q}{m}t^2 \qquad \text{(b)}$$

Z rovnic (a) a (b) vyloučíme čas a vyřešíme rovnici trajektorie $y = \dfrac{1}{2}\dfrac{E.Q}{m}\dfrac{x^2}{v_o^2}$

Z této rovnice vypočítáme hledanou rychlost.
BU 3.1.4.-8 a) 0 N.m, b) $8{,}5.10^{-22}$ N.m, c) 0 N.m
Velikost momentu $M = F.\,d.$ sin α = $Q.E.\,d$ sin α, kde α je úhel mezi vektory $\vec{d}$ a $\vec{E}$.

<u>3.1.5. ELEKTRICKÁ POTENCIÁLNÍ ENERGIE, ELEKTRICKÝ POTENCIÁL</u>

ZTO 3.1.5.-1 b)
ZTO 3.1.5.-2 e)
ZTO 3.1.5.-3 d)
ZTO 3.1.5.-4 a)
BTO 3.1.5.-5 b)
Obecně platí : Přesun náboje Q vyžaduje práci $W = \vec{F}.\vec{d} = Q.\vec{E}.\vec{d} = Q.E.d\cos\alpha$ (úhel α je úhel, který svírají vektory $\vec{E}$ a $\vec{d}$)
V našem případě náboj Q je kladný, α = 180^0, cos 180^0 = -1, tedy $\boldsymbol{W < 0}$
Protože $\Delta E_p = -W$, je $\boldsymbol{\Delta E_p > 0}$

BTO 3.1.5.-6 a)
Obecně platí : Přesun náboje Q vyžaduje práci $W = \vec{F}.\vec{d} = Q.\vec{E}.\vec{d} = Q.E.d\cos\alpha$ (úhel α je úhel, který svírají vektory $\vec{E}$ a $\vec{d}$
V našem případě náboj Q je záporný, α = 180^0, cos 180^0 = -1, tedy ***W*> 0**
Protože $\Delta E_p = -W$, je $\boldsymbol{\Delta E_p < 0}$
BTO 3.1.5.-7 36.10^{-3} J
Elektrická potenciální energie náboje Q_2 , který se nachází v poli bodového náboje Q_1 je
$$E_p = k\frac{Q_1.Q_2}{r}$$
BTO 3.1.5.-8 12.10^3 V
Pro velikost potenciálu v poli bodového náboje Q ve vzdálenosti r od náboje platí $\varphi = k\frac{Q}{r}$
BTO 3.1.5.-9 6.10^3 V
BTO 3.1.5.-10 0 V
BTO 3.1.5.-11 -200x
Platí $d\varphi = -E.dx \Rightarrow E = -\frac{d\varphi}{dx}$
ZTO 3.1.5.-12 c)
Elektrický potenciál klesá ve směru elektrických siločar
BTO 3.1.5.-13 a)
ZU 3.1.5.-1 φ_A = 100 V
Vycházíme z definice potenciálu $\varphi = \frac{W}{Q_0}$
ZU 3.1.5.-2 W = 1,6 J
Vycházejte z obecné definice práce.
BU 3.1.5.-3 φ = 144 V
BU 3.1.5.-4 Kulová plocha R = 1,8 m
BU 3.1.5.-5 V bodě A je potenciál $\varphi = -\frac{k.Q}{a}$
Potenciál je skalár a výsledný potenciál dostanete algebraickým součtem potenciálů od náboje +Q a –2Q.
BU 3.1.5.-6 1) φ = 11,3 V, 2) φ = 30 V
K vyřešení úlohy potřebujete zjistit náboj na kouli. Ten zjistíte
ad 1) z plošné hustoty $\sigma = \frac{Q}{4.\pi.r^2}$
ad 2) ze zadaného potenciálu koule $\varphi_o = k\frac{Q}{r}$
ZU 3.1.5.-7 V = $kg.m^2.s^{-3}.A^{-1}$
Úlohy tohoto typu jsou zařazeny do sbírky proto, aby jste si zopakovali základní definiční vztahy. Postupujte např. takto:
$\varphi = W/Q$ V = $J.C^{-1}$ (C = A.s tento vztah jsme prozatím nedefinovali)
$W = F\,.\,s$ J = N .m
$F = m.a$ N = $kg.m.s^{-2}$

BU 3.1.5.-8 Hledaná vzdálenost je $R = \frac{2k.Q.q}{m.v^2}$

Částice (+*Q*,*m*), která se pohybuje rychlostí *v*, má kinetickou energii $\frac{m.v^2}{2}$. Pokud se nachází v silovém poli náboje +*q* má rovněž potenciální energii $\frac{k.Q.q}{R}$.

3.1.6. ELEKTRICKÉ NAPĚTÍ

ZTO 3.1.6.-1 a), c)
ZTO 3.1.6.-2 b)
Práce $W = F.d.\cos\beta$.
směr síly působící na proton je → směr posunutí protonu je ← $\beta = 180^{\circ}$
ZTO 3.1.6.-3 a)
BTO 3.1.6.-4 a)
ZTO 3.1.6.-5 b)
Všimněte si ve kterém směru. klesá potenciál. Elektrický potenciál klesá ve směru elektrických siločar.
ZTO 3.1.6.-6 b)
ZTO 3.1.6.-7 a)
ZTO 3.1.6.-8 b)
ZTO 3.1.6.-9 c)
ZTO 3.1.6.-10 c)
ZTO 3.1.6.-11 b)
Spočítejte napětí mezi deskami $U = \varphi_1 - \varphi_2$ a dále uvažte vztah $U = E.d$ Vzdálenost *d* mezi deskami je ve všech třech případech stejná.
ZTO 3.1.6.-12 a)
ZTO 3.1.6.-13 c)
ZTO 3.1.6.-14 b) , c) , d)
Ekvipotenciální hladina je charakterizována konstantním potenciálem, tj. na celé kulové ploše I je potenciál φ_I a na ploše II je potenciál φ_{II}. Napětí je rovno rozdílu potenciálu. Tedy $U_{AB} = \varphi_I - \varphi_{II}$ stejně jako U_{AC}. Body B a C leží na jedné ekvipotenciální hladině a proto napětí mezi nimi je rovno nule.
ZTO 3.1.6.-15 c)
ZTO 3.1.6.-16 c)
ZTO 3.1.6.-17 a)
Zvětšíme-li σ, zvětší se intenzita pole mezi deskami. Zvětší-li se intenzita pole mezi deskami, zvětší se napětí mezi deskami.
BTO 3.1.6.-18 c)
$Q.U = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2QU}{m}}$. Všimněte si závislosti rychlosti částice na její hmotnosti.
Protože hmotnost protonu je větší než hmotnost elektronu, je $v_e > v_p$
ZU 3.1.6.-1 $Q = 4.10^{-6}$ C
Práce $W = Q.U$, napětí *U* vyjádřete jako rozdíl potenciálů.
ZU 3.1.6.-2 $W = 0{,}11$ J
ZU 3.1.6.-3 $E = 5.10^3$ N.C^{-1}
ZU 3.1.6.-4 a) v = 7,7 km/s, b) $m = 9.10^4$ kg
Energii uvolněnou při přenosu náboje počítejte jako práci elektrického pole.
Teplo potřebné k rozpuštění ledu závisí na hmotnosti ledu a měrném skupenském teple tání ledu.

ZU 3.1.6.-5 a) $E = 2.10^4$ N/C, b) $U = 200$ V
ZU 3.1.6.-6 a) záporný b) $U_{AB} = 5$ V c) $U_{AC} = 5$ V d) $U_{BC} = 0$ V
BU 3.1.6.-7 a) $E_1 = 40$ V/m $E_2 = 20$ V/m $E_3 = 20$ V/m b) kolmý c) ve třetím
$U = E.d$. Určete napětí mezi první a poslední ekvipotenciální hladinou. Jejich vzdálenost je ve všech třech případech stejná, tj. d .
BU 3.1.6.-8 $E = 8{,}2.10^4$ N.C^{-1} $U = 41$ kV
Nejdříve si vyjádřete sílu, kterou pole působí na proton $F = E.Q$. Práce, kterou vykonají síly pole je $W = F.d$. Proton získá rychlost, respektive kinetickou energii $E_k = W$.

ZU 3.1.6.-9 $U = 2$ kV
Nejdříve si vypočítejte intenzitu pole (znáte sílu působící na elektron)
ZU 3.1.6.-10 $E_k = 8.10^{-15}$ J
Energii počítejte jako práci sil elektrického pole.
ZU 3.1.6.-11 $d = 8{,}85$ mm
Nejdříve si vyjádřete intenzitu pole této nabité desky
ZU 3.1.6.-12 $\sigma = 7{,}1.10^{-8}$ C/m^2
BU 3.1.6.-13 φ_A. , $\varphi_B - \varphi_A = -210$ V
Intenzita $\vec{E}$ má směr kladné osy x. Potenciál $\varphi_B < \varphi_A$. d $\varphi = -E$.dx, tedy

$$\int_A^B d\varphi = -35\int_4^{10} dx$$

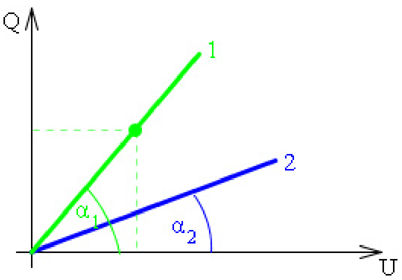
BU 3.1.6.-14 $E_k = 5{,}3$ MeV, $U = 2{,}67.10^6$ V

3.1.7. VODIČ A IZOLANT V ELEKTRICKÉM POLI

TO 3.1.7.-1 b)
TO 3.1.7.-2 b)
ZU 3.1.7.-1 $E = 3$ kV/m, $U = 60$ V
ZU 3.1.7.-2 $\varepsilon_r = 2{,}21$
ZU 3.1.7.-3 Náboje je třeba umístit do vzdálenosti 0,0894 m .

3.1.8. KAPACITA

ZTO 3.1.8.-1 b)
Kapacita deskového kondenzátoru je definována vztahem $C = \varepsilon_o \dfrac{S}{d}$
ZTO 3.1.8.-2 a)
ZTO 3.1.8.-3 c)
Je-li na elektrodách kondenzátoru náboj Q, je mezi elektrodami napětí U a kapacita C je pro daný kondenzátor konstantní, tj. $C = Q/U$. Zvětšíme-li tedy náboj na elektrodách tohoto kondenzátoru, zvětší se napětí mezi jeho elektrodami tak, že poměr Q/U zůstane konstantní.
BTO 3.1.8.-4 b)
Rovnice přímky : y = k.x, kde k = y/x = tg α je směrnice přímky.
V našem případě $Q = C.U$, kde $C = Q/U$ = tg α je směrnice přímky.
Protože $\alpha_1 > \alpha_2$ je $C_1 > C_2$ (obrázek O 3.1.8.-15)



O 3.1.8.-15

ZTO 3.1.8.-5 a)

Kapacita deskového kondenzátoru je $C = \varepsilon_o \dfrac{S}{d}$ což je v našem případě označíme C_1.

Pro druhý kondenzátor : $C_2 = \varepsilon_o \dfrac{2S}{d} = 2C_1$

Budeme-li takto postupovat dál zjistíme, že

kondenzátor	plocha	vzdálenost	kapacita
1	S	d	C_1
2	$2S$	d	$C_2 = 2C_1$
3	$2S$	$2d$	$C_3 = C_1$
4	S	$d/2$	$C_4 = 2\,C_1$
5	S	$2d$	$C_5 = C_1/2$

BTO 3.1.8.-6 a) , d) , f)

a) V důsledku polarizace dielektrika dojde ke snížení intenzity E pole mezi deskami.

d) $U = \int E.dr$ pro deskový kondenzátor jen $U = E.d$. Tedy sníží-li se intenzita E, sníží se i napětí mezi deskami.

f) Kapacita $C = Q/U$. Náboj na deskách se nemění, napětí klesne a tedy kapacita se zvýší.

ZTO 3.1.8.-7 a)

Z definice kapacity $C = Q/U$ plyne $U = Q/C$. Uvedené kondenzátory jsou zapojeny do **série** a proto náboj je na všech třech kondenzátorech stejný. Jinými slovy: napětí závisí nepřímo úměrně na kapacitě.

ZTO 3.1.8.-8 c)

Z definice kapacity $C = Q/U$ plyne $Q = C.U$. Uvedené kondenzátory jsou zapojeny **paralelně** a proto napětí je na všech třech kondenzátorech stejné. Jinými slovy: náboj závisí přímo úměrně na kapacitě.

ZTO 3.1.8.-9 a)

ZTO 3.1.8.-10 b)

ZTO 3.1.8.-11 a)

ZTO 3.1.8.-12 b)

ZTO 3.1.8.-13 b)

ZTO 3.1.8.-14 a)

$C = \varepsilon_o.\varepsilon_r \dfrac{S}{d}$. Kapacita bude v našem případě záviset na podílu $\dfrac{\varepsilon_r}{d}$

ZTO 3.1.8.-15 c)

ZTO 3.1.8.-16 a)

ZTO 3.1.8.-17 a)

ZTO 3.1.8.-18 b)

ZTO 3.1.8.-19 32 pF

ZTO 3.1.8.-20 $U = 6\text{V}$ $Q = C.U = 3.10^{-5}\text{C}$

ZTO 3.1.8.-21 b)
ZTO 3.1.8.-22 a)

BTO 3.1.8.-23 Energie kondenzátoru $E = \frac{1}{2} C.U^2$

Kapacita $C = Q/U \Rightarrow Q = C.U$ a dosadíme $E = \frac{C^2.U^2}{2C} = \frac{C.U^2}{2}$

ZU 3.1.8.-1 $C = 3.10^{-9}$ F
ZU 3.1.8.-2 $C = 7{,}1.10^{-12}$ F
ZU 3.1.8.-3 a) $Q = 1{,}2.10^{-9}$ F , b) $E = 5.10^{4}$ V.m^{-1}
ZU 3.1.8.-4 $C = 8.10^{-6}$ F, náboj je v obou případech stejný $Q = 6{,}4.10^{-5}$ F
Zaměníme-li vakuum (přibližně vzduch) za dielektrikum s relativní permitivitou 1,6 změní se
- intenzita pole mezi elektrodami
- napětí mezi elektrodami
- kapacita kondenzátoru .

Náboj na elektrodách zůstává konstantní.
ZU 3.1.8.-5 $C = 12/7$ pF, $Q_1 = Q_2 = 1{,}2.10^{-10}$ C, $U_1 = 40$ V, $U_2 = 30$ V
ZU 3.1.8.-6 $C = 7$ pF, $Q_1 = 2{,}1.10^{-10}$ C, $Q_2 = 2{,}8.10^{-10}$ C, $U_1 = U_2 = 70$ V
ZU 3.1.8.-7 $C = 1$ μF
ZU 3.1.8.-8 n = $1{,}8.10^{6}$ elektronů, což je velmi málo uvážíme-li, že např.částečka prachu, která
se prakticky nikdy neusadí obsahuje asi 10^{17} elektronů a stejný počet protonů.

náboj kondenzátoru $Q = n.e \Rightarrow n = \frac{Q}{e}$

BU 3.1.8.-9 $S = 0{,}63$ m^2
Dielektrická pevnost je maximálně možná intenzita pole mezi deskami. Pomocí této intenzity a napětí vypočítáte vzdálenost desek. Ze zadané kapacity určíte S.

BU 3.1.8.-11 Kapacita válcového kondenzátoru $C = 2\pi.\varepsilon \frac{L}{\ln(b/a)}$

BU 3.1.8-12 $C = 2{,}13.10^{-10}$ F/m
K řešení využijte výsledku BU 3.1.8.-11
BU 3.1.8.-13 $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 4.10^{-4}$ C, $E = 8.10^{-2}$ J
BU 3.1.8.-14 $C = 7{,}5.10^{-7}$ F, $Q = 6{,}4.10^{-5}$ C
BU 3.1.8.-16 $C = 35$ μF $U_{BD} = 20$ V $Q_2 = 6.10^{-4}$ C $E_3 = 2$ mJ
BU 3.1.8.-17 F = kg^{-1}.m^{-2}.s^4.A^2

3.2.1. ZÁKLADNÍ POJMY

ZTO 3.2.1.-1 b)

ZTO 3.2.1.-2 c) Vycházejte z definice $I = \frac{Q}{t}$

ZTO 3.2.1.-3 Q = 20 C

ZTO 3.2.1.-4 b)

ZTO 3.2.1.-5 a)

ZTO 3.2.1.-6 b)

ZTO 3.2.1.-7 b)

ZTO 3.2.1.-8 a)

BTO 3.2.1.-9 a = b = c

Vycházíme z $Q = \int I.dt$ a je-li proud konstantní platí $Q = I.t$. Celkový náboj je roven ploše příslušných obrazců.

BTO 3.2.1.-10 b)

BTO 3.2.1.-11 I = 3 A

Podle $I = \frac{dQ}{dt}$ V našem případě je proud konstantní a bude roven 3 A v libovolném čase.

BTO 3.2.1.-12 I = 12 A

Podle $I = \frac{dQ}{dt}$ V našem případě není proud konstantní, $I = 6.t$ (A,s)

BTO 3.2.1.-13 b)

$Q = \int I.dt$ $I = konst.$ a tedy $Q = I.t$

BTO 3.2.1.-14 a)

Podle $I = \frac{dQ}{dt}$ $Q = \int I.dt$

ZTO 3.2.1.-15 I = 0,5 A

BTO 3.2.1.-16 a)

BTO 3.2.1.-17 I/4

Vycházejte ze vztahu $J = \frac{I}{S}$

ZU 3.2.1.-1 Q = 18 C

ZU 3.2.1.-2 $1{,}25.10^{15}$ elektronů

Určete nejprve náboj Q, který projde za daných podmínek.
Tento náboj Q je roven celistvému násobku elementárního náboje.

ZU 3.2.1.-3 $6{,}25.10^{18}$ elektronů

ZU 3.2.1.-4 1 A.h = 3 600 C

Z definice proudu plyne, že C = A.s

ZU 3.2.1.-5 t = 31 500 s = 8,75 hod

Kapacita akumulátoru 35 A.h představuje náboj Q.

BU 3.2.1.-6 Q = 48 C I = 12 A

BU 3.2.1.-7 $I = 2.t$ (A,s)

Proud roste lineárně s časem, grafem je přímka. Obecná rovnice této přímky je $y = k.x$, kde k je směrnice přímky. V našem případě je k = 2 A/s.

BU 3.2.1.-8 a) Q = 60 C b) Q = 30 C

BU 3.2.1.-9 I = 1,9 A

BU 3.2.1.-10 a) $J = 2{,}4.10^{-5}$ A.m^{-2} b) $v_d = 1{,}8.10^{-15}$ m/s

3.2.2. ELEKTRICKÝ PROUD V KOVECH

ZTO 3.2.2.-1 c)
ZTO 3.2.2.-2 b)
ZTO 3.2.2.-3 b)
BTO 3.2.2.-4 a)

Protože platí $\vec{J} = \sigma.\vec{E}$ $\quad \vec{J} = \frac{\vec{E}}{\rho}$

ZTO 3.2.2.-5 2 Ω
BTO 3.2.2.-6 b)

Pokud platí Ohmův zákon, je závislost proudu na napětí lineární, tj. $I = konst.U \Rightarrow \frac{I}{U} = konst.(vodivost)$ nebo $\frac{U}{I} = konst.(odpor)$

ZU 3.2.2.-1 U = 100V
ZU 3.2.2.-2 R = 480 Ω
ZU 3.2.2.-3 I = 4 A
ZU 3.2.2.-4 U = 45 V
ZU 3.2.2.-5 U = 0,6 V, E = 1,2 V/m

Předpokládejte, že ve vodiči je homogenní elektrické pole. Platí $U = E.l$, kde l je délka vodiče.

BU 3.2.2.-6 a) J = 0,32.10^{8} A.m^{-2} b) U = 1,08 V c) I = 0,25 A
BU 3.2.2.-7 v_d = 7,3.10^{-5} m/s rychlost se n-krát zvětší
BU 3.2.2.-8 t = 13,5 min.

Nejdříve musíte spočítat driftovou rychlost. Je to průměrná rychlost usměrněného pohybu elektronů, tedy v_d = dráha/čas

BU 3.2.2.-10 a) I_o = 2 mA b) t_1 = 2,75 s

3.2.3. ELEKTRICKÝ ODPOR

ZTO 3.2.3.-1 c)
ZTO 3.2.3.-2 b)
ZTO 3.2.3.-3 a) = b)
ZTO 3.2.3.-4 b)
ZTO 3.2.3.-5 c)
ZTO 3.2.3.-6 a)
ZTO 3.2.3.-7 a)
ZTO 3.2.3.-8 b)
BTO 3.2.3.-9 Ω = kg.m^{2}.s^{-3}.A^{-2}
BTO 3.2.3.-10 a), d)
BTO 3.2.3.-11 b), c)
ZU 3.2.3.-1 m/L = 1 kg/m

Ze známého odporu 0,15 Ω.km^{-1} vypočítejte průřez kabelu. Hustota $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{l.S}$

ZU 3.2.3.-2 t = 57,2°C
ZU 3.2.3.-3 3:1

Odpor trubice počítejte : $R = \rho\frac{l}{S}$ kde S je plocha mezikruží, tedy takto: $R_B = \rho\frac{l.4}{\pi(d_2^2 - d_1^2)}$

kde d_2 = 2 mm a d_1 = 1mm.

ZU 3.2.3.-4 $\rho = 1{,}6.10^{-8}\ \Omega.\mathrm{m}$
ZU 3.2.3.-5 $Ro = 23{,}7\ \Omega$
ZU 3.2.3.-6 $t = 2\,200^{o}$ C
ZU 3.2.3.-7 $R_1 = 72\ \Omega$ $I = 0{,}273$ A $I_o = 3{,}06$ A
Z výkonu a napětí spočítáte odpor při provozní teplotě. Potom můžete spočítat odpor za studena Při svícení je odpor vlákna žárovky R, v okamžiku rozsvícení R_1.

3.2.4. PRÁCE A VÝKON PROUDU

ZTO 3.2.4.-1 c)
Teplo $E = \frac{U^2}{R}.t$ a odpor $R = \rho\frac{L}{S}$. Po dosazení $E = \frac{U^2.S.t}{\rho.L}$. Množství tepla je tedy nepřímo úměrné součinu $\rho.L$.
ZTO 3.2.4.-2 b)
ZTO 3.2.4.-3 b)
ZTO 3.2.4.-4 a)
ZTO 3.2.4.-5 a), b)
Hledaná rychlost přeměny je podle Joule – Lenzova zákona. Nás budou zajímat vztahy $P = R.I^2 = \frac{U^2}{R}$
V případě a) $P_a = \frac{4.U^2}{R} = 4P$ v případě b) $P_b = 4.I^2.R = 4.P$ atd.
ZTO 3.2.4.-6 2 A
ZU 3.2.4.-1 $P = 560$ W
ZU 3.2.4.-2 $P = 150$ W
ZU 3.2.4.-3 $P = 0{,}135$ W
ZU 3.2.4.-4 $Q = 14$ kC
Z výkonu a napětí určete odebíraný proud. Z velikosti proudu a času, po který prochází, můžete vypočítat náboj.
ZU 3.2.4.-5 $E = 193{,}617$ kW.h
ZU 3.2.4.-6 $I = 3{,}64$ A, $R = 60{,}5\ \Omega$
ZU 3.2.4.-7 $P = 15$ W
ZU 3.2.4.-8 a) 25 hodin b) 5,9 hodin c) 12 minut
ZU 3.2.4.-9 a) $I = 21{,}5$ A b) $P = 8{,}18$ kW c) $E = 163{,}6$ kJ
Motor musí vykonat práci $W = F.h$, kde $F = m.g$, h je dráha, po které síla působí.
Výkon motoru je $P = W/t$ a příkon motoru je $P' = P/\eta$
BU 3.2.4.-10 $P_o = 0{,}2$ W $t_1 = 0{,}345$ s
Použijte výsledek z BŘU 3.2.2.-9
BU 3.2.4.-11 a) $E = 25{,}14.10^6$ J b) $P = 1$ kW $R = 48\ \Omega$
a) Teplo, které je zapotřebí k ohřátí m množství látky o Δt stupňů je $E = m.c.\,\Delta t$ (teplo značíme obvykle Q,, aby nedošlo k záměně s nábojem použili jsme obecné označení energie E), c je měrná tepelná kapacita látky.
b) Toto teplo získáme podle Joule – Lenzova zákona . Pozor na ztráty!

3.2.5. ELEKTRICKÝ ZDROJ NAPĚTÍ

ZTO 3.2.5.-1 b)
ZTO 3.2.5.-2 a)

ZTO 3.2.5.-3 c)
ZTO 3.2.5.-4 b)
ZTO 3.2.5.-5 b)
ZTO 3.2.5.-6 a)
ZTO 3.2.5.-7 a)
ZTO 3.2.5.-8 b)
ZTO 3.2.5.-9 d)
ZTO 3.2.5.-10 20 V
ZTO 3.2.5.-11 18 V
ZU 3.2.5.-1 a) E_a = 80 J b) E_b = 67 J c) E_a – E_b = 13 J představuje ztrátu na zdroji
ad a) Vypočítejte si elektromotorické napětí zdroje
ZU 3.2.5.-2 ΔE = 11 kJ
ZU 3.2.5.-3 R_c = 10 Ω
ZU 3.2.5.-4 U_e = 20 V
ZU 3.2.5.-5 U = 18 V
ZU 3.2.5.-6 U_r = 2 V
ZU 3.2.5.-7 a) R = 5 Ω b) r = 1 Ω
ZU 3.2.5.-8 r = 4 Ω U_e = 36 V
Uvědomte si, že v obou případech je zapojený tentýž zdroj, elektromotorické napětí je tedy v obou případech stejné.
ZU 3.2.5.-9 I = 2750 A U = 0 V
ZU 3.2.5.-10 a) U = 11,52 V b) U = 8,4 V
ZU 3.2.5.-11 80 %
Jak velké je svorkové napětí v našem případě? (U = 2 – 0,4.1 = 1,6 V)
BU 3.2.5.-12 Hledaný poměr je $\frac{U}{U_e} = \frac{n}{1+n}$

Rovnici $U_e = R.I + r.I$ vydělíme svorkovým napětím $U = R.I$

$\frac{U_e}{U} = \frac{R.I}{U} + \frac{r.I}{U} \Rightarrow \frac{U_e}{U} = 1 + \frac{r.I}{R.I}$ a nyní dosadíme podmínku R = n.r

3.2.6. KIRCHHOFFOVY ZÁKONY

ZTO 3.2.6.-1 a)
ZTO 3.2.6.-2 a)
ZTO 3.2.6.-3 a)
ZTO 3.2.6.-4 a),d), f)
ZTO 3.2.6.-5 b)
ZTO 3.2.6.-6 b)
ZTO 3.2.6.-7 b)
ZTO 3.2.6.-8 b)
ZTO 3.2.6.-9 c)
ZTO 3.2.6.-10 a)
ZTO 3.2.6.-11 c)
ZTO 3.2.6.-12 c)
ZTO 3.2.6.-13 b)
ZTO 3.2.6.-14 a)
ZTO 3.2.6.-15 c)
ZTO 3.2.6.-16 d)

ZTO 3.2.6.-17 a)
ZTO 3.2.6.-18 a), b)
ZTO 3.2.6.-19 b)
ZTO 3.2.6.-20 a)
ZTO 3.2.6.-21 a)
ZTO 3.2.6.-22 b)
BTO 3.2.6.-23 b)
Proud I, který měříme musíme **rozdělit.** Ampérmetrem projde I_A (tj. rozsah ampérmetru) a zbytek ($I - I_A$) prochází paralelně zapojeným rezistorem (bočníkem).
BTO 3.2.6.-24 a)
Napětí U, které měříme musíme **rozdělit.** Na voltmetru bude napětí U_V (tj. rozsah voltmetru) a zbytek ($U - U_V$) musí být na sériově zapojeném rezistoru.
ZU 3.2.6-1 nejmenší proud při sériovém zapojení rezistorů,
potom při R_1,
při R_2,
největší proud při paralelním zapojení rezistorů .
Nejprve uspořádejte tato zapojení podle velikosti odporu.
ZU 3.2.6.-2 a) I = 6 mA b) $U = 15{,}9.10^{-9}$ V c) $R = 2{,}12.10^{-8}$ Ω
Nejdříve si musíte uvědomit jak je 125 drátů zapojeno.
ZU 3.2.6.-3 I = 0,8 A
ZU 3.2.6.-4 rezistorem R_1 prochází I_1 = 24/5 A, rezistorem R_2 prochází I_2 = 6/5 A
ZU 3.2.6.-5 3:1
ZU 3.2.6.-6 I = 0,5 A
ZU 3.2.6.-7 U = 5 V
ZU 3.2.6.-8 R = 9 Ω
Určete nejprve odpor, který dostanete spojením rezistorů R_2 a R_3.
ZU 3.2.6.-9 R = 125 Ω
ZU 3.2.6.-10 oběma prochází I = 0,15 A, U_1 = 6 V, U_2 = 9 V
ZU 3.2.6.-11 na obou stejné napětí U = 15 V, I_1 = 0,375 A, I_2 = 0,25 A
ZU 3.2.6.-12 I_1 = 4 A, I_2 = 3 A, I_3 = 1 A
Ve schématu vyznačíme·
a) směry proudů I_1, I_2, I_3 ve větvích (volíme libovolně)
b) směry napětí U_{e1}, U_{e2} , U_{e3} zdrojů (od záporného ke kladnému pólu zdroje)
c) směry podle nichž postupujeme ve dvou uzavřených smyčkách (volíme libovolně)
Zapíšeme první Kirchhoffův zákon pro jeden vybraný uzel.
Zapíšeme druhý Kirchhoffův zákon pro dvě vybrané uzavřené smyčky. Získáme tak tři rovnice pro tři neznámé I_1, I_2, I_3.
ZU 3.2.6.-13 I_1 = 0,61 A, I = 5 A
ZU 3.2.6.-14 a) 8 V b) 6 V c) 8 V d) 4 V
ZU 3.2.6.-15 I = 0,12 A, U_2 = 24 V
ZU 3.2.6.-16 ano, přístroj má 500 Ω na 1 V (500 Ω/V)
ZU 3.2.6.-17 a) 9,33W, 3,8 W b) 16,2 W 27 W
Při výběru příslušného tvaru zákona Joule- Lenzova uvažte následující:
a) Pokud jsou rezistory zapojeny do série prochází jimi stejný proud I.
b) Pokud jsou rezistory zapojeny paralelně je na nich stejné napětí U.

BU 3.2.6.-18 $t = 36\ ^{o}C$

ZU 3.2.6.-19 a) $P = 10$ W b) $U = 6$ V c) $P = 4{,}5$ W

ZU 3.2.6.-20 $U = 20$ V

Z výkonu na rezistoru 5 Ω vypočítejte proud, který tímto rezistorem prochází. (2 A). Tento proud se dělí do dvou větví s rezistory 10 Ω. Napětí na zdroji bude součet napětí na rezistoru 5 Ω a na rezistoru 10 Ω. ($U = 5.2 + 10.1 = 20$ V).

ZU 3.2.6.-21 $I = 0{,}57$ A $U = 110$ V

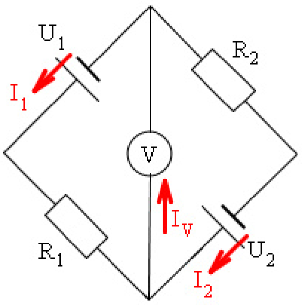
BU 3.2.6.-22 $I = 0.089$ A $U = 35{,}5$ V

ZU 3.2.6.-23 $U = 100$ V

Prohlédněte si schéma O 3.2.6.-33a a numerické zadání. Co můžete říci o velikostech proudů I_1 a I_2 ? (jsou stejné). Podle Kirchhoffových zákonů platí:

$I_1 + I_2 = I_V$ a $U_1 = I_1.R_1 + I_V.R_V$

ZU 3.2.6.-24



O 3.2.6.-33a

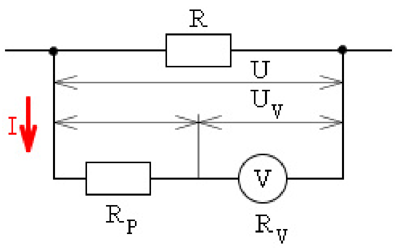
$\boldsymbol{U_1 = U_2 = 200}$ **V**

Prohlédněte si schéma O 3.2.6.-33a a numerické zadání. Co můžete říci o velikostech proudů I_1 a I_2 ? (jsou stejné) a jejich velikost můžete spočítat, protože znáte napětí na voltmetru.

Podle Kirchhoffova zákona platí: $U_1 = I_1.R_1 + U_V$

BU 3.2.6.-26 Předřadný odpor $R_P = 12.10^3$ Ω

Zapojení vidíte na obrázku O 3.2.6.-35. Protože napětí na voltmetru může být pouze U_V, musíme napětí U rozdělit. Předřadný odpor a voltmetr jsou zapojeny v sérii, proto prochází oběma prvky stejný proud.



O 3.2.6.-35

3.2.7. VEDENÍ PROUDU V KAPALINÁCH

ZTO 3.2.7.-1 c)

ZTO 3.2.7.-2 b)

ZTO 3.2.7.-3 a)

ZTO 3.2.7.-4 b)

ZTO 3.2.7.-5 a)

ZTO 3.2.7.-6 b)

ZTO 3.2.7.-7 b)

ZTO 3.2.7.-8 c)

ZTO 3.2.7.-9 c)

Vycházejte z definice proudu $I = \frac{Q}{t}$

ZTO 3.2.7.-10 a), b)
ZTO 3.2.7.-11 a), b)
ZTO 3.2.7.-12 a)
ZTO 3.2.7.-13 c)
ZU 3.2.7.-1 m = 1,118 mg
ZU 3.2.7.-2 I = 0,6 A
ZU 3.2.7.-3 $t = 6.10^3$ s

Hmotnost vyjádříme ze vztahu pro hustotu $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{S.d}$, kde S je plocha desky a d je tloušťka vrstvy.

ZU 3.2.7.-4 t = 8,47 hodin
ZU 3.2.7.-5 a) I = 5 A b) U = 4,5 V c) Q = 18 kC
ZU 3.2.7.-6 t = 56,3 hodin
ZU 3.2.7.-7 a) Q = 72 000 C b) I = 0,17 A
Kapacita akumulátoru určuje celkový náboj, který je akumulátor schopen vydat do vnějšího obvodu při vybíjení.(Nezaměňovat s kapacitou kondenzátoru!)
ZU 3.2.7.-8 t = 200 hodin
BU 3.1.7.-9 a) I = 0,63 A b) n = $3{,}94.10^{18}$
Proud v elektrolytu je dán pohybem iontů **obou druhů** (kladných a záporných), které se pohybují **opačným** směrem. Proud vyvolaný kladnými ionty je $I_1 = n_1 .e$ a proud vyvolaný zápornými ionty je $I_2 = n_2 . e$. Celkový proud je roven jejich součtu.
BU 3.2.7.-10 I = 0,9 A
Postupujte podle vztahu pro proud z kap. 3.2.1. Musíte si ale uvědomit, že proud v elektrolytu je dán pohybem iontů **obou druhů** (kladných a záporných), které se pohybují **opačným** směrem. Celkový proud je roven jejich součtu.

3.2.8. ELEKTRICKÝ PROUD V PLYNECH A VE VAKUU

ZTO 3.2.8.-1 a), b), c)
ZTO 3.2.8.-2 **a)**
ZTO 3.2.8.-3 b)
ZTO 3.2.8.-4 c)
ZTO 3.2.8.-5 d)
ZTO 3.2.8.-6 **c)**
ZTO 3.2.8.-7 a)
ZTO 3.2.8.-8 c)
ZU 3.2.8.-1 $v = 1{,}45.10^7$ m/s

Síly pole vykonají práci $W = Q.U$ a částice(Q,m) získá kinetickou energii $E_K = \frac{1}{2} m.v^2$

ZU 3.2.8.-2 a) $v = 1{,}03.10^7$ m/s b) $a = 5{,}3.10^{14}$ m/s^2 c) $t = 1{,}9.10^{-8}$ s
a) Rychlost vypočítáte stejně jako v ZU 3.2.8.-1.
b) Mezi katodou a anodou uvažujte homogenní elektrické pole. Vypočítejte
velikost intenzity pole: $U = E.d$
sílu, kterou pole působí na částici: $F = E.Q$. Zrychlení vyřešíte z Newtonova zákona síly.

c) Pohyb elektronů bude rovnoměrně zrychlený. ($s = \frac{1}{2}.a.t^2$)

ZU 3.2.8.-3 v = 1910 km/s
Jde o ionizaci nárazem. Elektron má kinetickou energii a tu při nárazu předá atomu rtuti. Nezapomeňte ionizační energii převést na jouly.
ZU 3.2.8.-4 W =14 kW.h
Síly pole vykonají práci $W = Q.U$ Náboj Q vyřešíte ze zadaného proudu.
BU 3.2.8.-5 I = 0,67 A směrem k záporné elektrodě
Musíte zvlášť spočítat proud I_1, vyvolaný tokem záporných elektronů a I_2, vyvolaný tokem kladných protonů. Potom uvažte směry obou proudů a určete výsledný proud I.
BU 3.2.8.-6 I = 0,67 A směrem k záporné elektrodě
Musíte si uvědomit, že proud je dán pohybem protonů a elektronů (kladných a záporných), které se pohybují **opačným** směrem.

3.2.9. VEDENÍ PROUDU V POLOVODIČÍCH

ZTO 3.2.9.-1 b), d)
ZTO 3.2.9.-2 a), b), c), d)
ZTO 3.2.9.-3 a), b), c)
ZTO 3.2.9.-4 a)
ZTO 3.2.9.-5 a)
ZTO 3.2.9.-6 b)
ZTO 3.2.9.-7 c)
ZTO 3.2.9.-8 c)
ZTO 3.2.9.-9 c)
ZTO 3.2.9.-10 b)
ZTO 3.2.9.-11 c)
ZTO 3.2.9.-12 a), b)
ZTO 3.2.9.-13 c)
ZTO 3.2.9.-14 b)
ZTO 3.2.9.-15 c)

3.3.1. DEFINICE MAGNETICKÉ INDUKCE

ZTO 3.3.1.-1 a)
Podle $F_m = Q.v.B.\sin\alpha$
ZTO 3.3.1.-2 c)
ZTO 3.3.1.-3 0 N
ZTO 3.3.1-4 0 N
ZTO 3.3.1.-5 $Q.E$
ZTO 3.3.1.-6 a)
Velikost působící síly je přímo úměrná rychlosti částice. Na první částici působí magnetické pole nejmenší silou.
ZTO 3.3.1.-7 b)
ZTO 3.3.1.-8 e)
Velikost síly magnetického pole na částici nezávisí na její hmotnosti.
ZTO 3.3.1.-9 e)
ZTO 3.3.1.-10 b)
ZTO 3.3.1.-11 g)
ZTO 3.3.1.-12 c)
ZTO 3.3.1.-13 a), b)
ZTO 3.3.1.-14 a) , b)
ZTO 3.3.1.-15 e)
ZTO 3.3.1.-16 c) , d)
ZTO 3.3.1.-17 $\alpha = 30^o$
ZTO 3.3.1.-18 tesla
ZU 3.3.1.-1 $F = 1{,}92.10^{-13}$ N
ZU 3.3.1.-2 $v = 312{,}5$ km/s
ZU 3.3.1.-3 $F_{max} = 9{,}56.10^{-14}$ N, $F_{min} = 0$ N
BU 3.3.1.-4 Protože máte počítat vektor síly magnetického pole, použijeme vztah $\vec{F}_m = Q(\vec{v}x\vec{B})$. Je třeba si zopakovat vlastnosti vektorového součinu. $\vec{v}x\vec{B} =$ determinant, v jehož:
prvním řádku jsou jednotkové vektory $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$
druhém řádku jsou velikosti jednotlivých složek prvního vektoru, tj. 3,0,5
třetím řádku jsou velikosti jednotlivých složek druhého vektoru, tj. 0, 0, 0,04
BU 3.3.1.-5 a) $F_m = 1{,}92.10^{-13}$ N b) $a = 2{,}1.10^{17}$ m.s^{-2}
b) Síla F_m**,** která působí na elektron, je podle Newtonova zákona síly $F_m = m.a$. V kapitole 3.3.3. se dozvíte, že je to zrychlení normálové, tečné zrychlení je rovno nule.
BU 3.3.1.-6 $v = 2.10^7$ m/s
Na protony působí dvě síly. Síla elektrického pole F_e a síla magnetického pole F_m**.** Uvědomte si směry těchto sil. Síla elektrického pole (na proton) má směr od kladné desky k záporné, směr síly magnetického pole můžete určit např. takto : prsty levé ruky ukazují směr pohybu náboje, indukce vstupuje do dlaně, vztyčený palec ukazuje směr F_m působící na **kladný** náboj. Protony nemají být vychýleny ze svého směru, tj. výslednice sil působících na proton je rovna nule. Porovnáte-li obě síly, dostanete hledanou podmínku : $v = \dfrac{E}{B}$
BU 3.3.1.-7 T = kg.s^{-2}.A^{-1}

3.3.2. INDUKČNÍ TOK

ZTO 3.3.2.-1 d)
ZTO 3.3.2.-2 JSJ, SJJ, SJS, JSS
ZTO 3.3.2.-3 b)

ZTO 3.3.2.-4 b)
ZTO 3.3.2.-5 a)
ZTO 3.3.2.-6 a)
ZTO 3.3.2.-7 c)
ZTO 3.3.2.-8 a)
ZTO 3.3.2.-9 d)
ZTO 3.3.2.-10 c)
ZTO 3.3.2.-11 weber
ZTO 3.3.2.-12 a)
ZTO 3.3.2.-13 a) , b) , d)
ZU 3.3.2.-1 $\Phi_m = 4{,}4.10^{-3}$ Wb
ZU 3.3.2.-2 $\Phi_m = 20{,}4$ mWb
ZU 3.3.2.-3 $B = 1{,}27$ T
ZU 3.3.2.-4 $\Phi_m = 0{,}02$ Wb
Pozor na úhel
BU 3.3.2.-5 $\Phi_m = 28$ Wb
Indukční tok vyřešíte snadno, pokud víte jak vyřešit skalární součin dvou vektorů. Máme dva vektory, jejich složky mají velikost (a_1,a_2,a_3) a (b_1,b_2,b_3). Jejich skalární součin $\vec{a}.\vec{b} = a_1.b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$. Udělejte tedy skalární součin $\vec{B}.\vec{S}$ a do výsledku dosaďte podmínku $t = 2$ s.
BU 3.3.2.-6 a) $\Phi_m = 2.10^{-4} \cos 20\pi t$ (Wb,s), b) $\Phi_m(\max) = 2.10^{-4}$ Wb
Při rotaci smyčky se mění úhel α v závislosti na čase. Z mechaniky víte, že úhlová rychlost $\omega = \frac{d\alpha}{dt}$ a pokud je úhlová rychlost konstantní můžeme psát $\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega.t \Rightarrow \alpha = 2\pi ft$, kde f je frekvence.
BU 3.3.2.-7 $\mathrm{Wb} = \mathrm{kg.m^2.s^{-2}.A^{-1}}$

3.3.3. POHYB NABITÉ ČÁSTICE V MAGNETICKÉM POLI

ZTO 3.3.3.-1 c)
Tento případ nastane pokud velikost síly magnetického pole je $F = 0$ N.
ZTO 3.3.3.-2 d)
ZTO 3.3.3.-3 b)
ZTO 3.3.3.-4 a)
Síla magnetického pole způsobí pouze změnu směru rychlosti nikoliv velikost rychlosti částice.Pohyb částice po kružnici je rovnoměrný.
ZTO 3.3.3.-5 b)
Poloměr kružnice je přímo závislý na hmotnosti částice. Hmotnost elektronu je menší než hmotnost protonu.
ZTO 3.3.3.-6 b)
ZTO 3.3.3.-7 a)
Uvědomte si, že $v = \frac{2.\pi.R}{T}$
ZTO 3.3.3.-8 a), b), d), e)

ZTO 3.3.3.-9 3 , 1 , 4 , 2 **viz O 3.3.3.12**

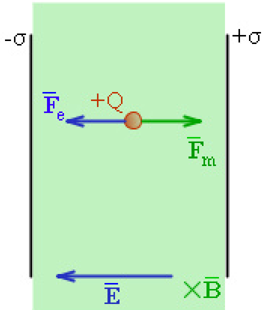
	hmotnost	*rychlost*	*náboj*	*indukce*	*poloměr*
1	m	v	Q	B	R
2	2m	2v	Q	B	4R
3	m	4v	2Q	3B	2/3 R
4	3m	2v	Q	2B	3R

O 3.3.3.-12

ZTO 3.3.3.-10 c)
F_m = 0 N, částice se pohybuje rovnoměrně přímočaře.
ZU 3.3.3.-1 $F = 2{,}4.10^{-12}$ N, $E_k = 4{,}1.10^{-16}$ J, $a_n = 2{,}6.10^{18}$ m/s^2, R = 0,35 mm
Za rychlost světla dosazujte přibližnou hodnotu 3.10^8 m/s.

Dostředivá síla je $F = \dfrac{m.v^2}{R}$, kde m je hmotnost elektronu a $\dfrac{v^2}{R}$ je jeho normálové (dostředivé) zrychlení.
ZU 3.3.3.-2 $v = 2{,}05.10^7$ m/s, $B = 4{,}66.10^{-4}$ T, T = 76 ns, f = 13,1 MHz
Nezapomeňte převést keV na J. Ze známé kinetické energie můžete vyjádřit rychlost elektronu. Vyjádřeite velikost indukce B. Pro určení periody resp. frekvence vyjděte z definice obvodové rychlosti $v = \dfrac{2.\pi.R}{T} = 2.\pi.R.f$

BU 3.3.3.-3 1. $F_e = E$.e, 2. $F_m = B$.e.v, 3. $v = 2.10^6$ m/s, 4. nijak viz O 3.3.3.-6b. Orientace obou sil $\vec{F}_e$ a $\vec{F}_m$ bude ale opačná.



O 3.3.3.-6b

ZU 3.3.3.-4 $m = 3{,}9.10^{-25}$ kg

BU 3.3.3.-5 $E_k = \dfrac{B^2.e^2.R^2}{2m}$

BU 3.3.3.-6 $a_t = 0$ m.s^{-2} $a_n = 7.10^{15}$ m.s^{-2}
Síla F_m působící na elektron mění pouze směr rychlosti, nikoliv její velikost.. Působí jako dostředivá síla zakřivující trajektorii elektronu do kruhového oblouku poloměru R. Proto $a_t = 0$ m.s^{-2}. Při výpočtu normálového (dostředivého) zrychlení si uvědomte, že $a_n = \dfrac{v^2}{R}$

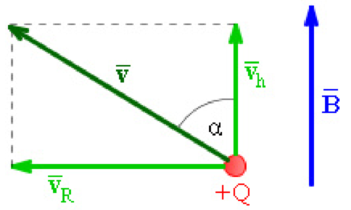
BU 3.3.3.-7 a) $R = 8{,}96.10^{-2}$ m b) $T = 3.10^{-8}$ s c) $b = 1{,}5.10^{-24}$ kg.m^2.s^{-1}
Nejdříve musíte vyřešit rychlost, kterou elektron získá projde-li potenciálním rozdílem 1 kV = 10^3 V.
BLP 3.3.3.-8 Porovnáním práce elektrického pole a kinetické energie, kterou získají ionty dostaneme

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = eU \Rightarrow m_1 v_1 = \sqrt{2eUm_1}$$ a podobně budeme postupovat i pro druhý iont

2) Vyjádřete poloměry R_1 a R_2 obou iontů a dosaďte do něj výsledky, získané v předešlém kroku. Nyní už můžete odpovědět na otázku z textu. $\frac{R_1}{R_2} =$

Hledaný poměr je $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\sqrt{39}}{\sqrt{41}} = 0{,}9753$

BU 3.3.3.-9 $Q = 3{,}2.10^{-19}$ C
Pozor na převod jednotek: $E_k = 12$ keV
1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J



O 3.3.3.-5a

Rychlost $\vec{v}$ rozložíme do dvou složek (obrázek O 3.3.3.-5a). Složka $\vec{v}_R$ bude určovat poloměr kružnice a složka $\vec{v}_h$ stoupání. Velikost těchto složek je:

$v_R = v.\sin\alpha$

$v_h = v.\cos\alpha$

Stoupání h určíte jako dráhu rovnoměrného přímočarého pohybu za dobu jedné periody T. Periodu T vypočítáte ze složky rychlosti v_R.
$v = 4{,}59.10^{7}$ m/s $R = 1.10^{-2}$ m $T = 2{,}7.10^{-9}$ s $h = 11.10^{-2}$ m

3.3.4. SÍLY PŮSOBÍCÍ NA VODIČ V MAGNETICKÉM POLI

ZTO 3.3.4.-1 0 N
Vycházejte ze vztahu $F_m = B.I.L.\sin\alpha$
ZTO 3.3.4.-2 B.I.L
ZTO 3.3.4.-3 c)
ZTO 3.3.4.-4 6 N
ZTO 3.3.4.-5 a)
Všímejte si součinu (délka . proud)
ZTO 3.3.4.-6 b)
ZTO 3.3.4.-7 c)
ZU 3.3.4.-1 $F = 0{,}064$ N, $F = 0{,}032$ N
ZU 3.3.4.-2 $\boldsymbol{I = 10}$ **A**
ZU 3.3.4.-3 $\boldsymbol{W = 2{,}5}$ **J**
BU 3.3.4.-4 M = B.Q.v.R / 2
ZU 3.3.4.-5 $F = 4{,}9$ N
BU 3.3.4.-6 $\Phi_m = B.d.b$ $a = \frac{B.I.d}{m}$ W = B.I.d.s
BU 3.3.4.-7 $M = 2{,}4.10^{-9}$ N.m $M = 1{,}2.10^{-9}$ N.m
Dobře si uvědomte význam úhlu β ve vztahu $M = N.B.I.S.\sin\beta$
BU 3.3.4.-8 $W = 1$ J
Z mechaniky víte, že $W = \int \vec{M}.d\vec{\beta} \Rightarrow W = \int_{\beta_1}^{\beta_2} B.I.S.N.\sin\beta.d\beta$

3.4.1. MAGNETICKÉ POLE ELEKTRICKÉHO PROUDU

ZTO 3.4.1.-1 c)
ZTO 3.4.1.-2 b)
ZTO 3.4.1.-3 a)
ZTO 3.4.1.-4 a)
ZTO 3.4.1.-5 c)
ZTO 3.4.1.-6 a)
ZTO 3.4.1.-7 a)
ZTO 3.4.1.-8 b)
ZTO 3.4.1.-9 d)
ZTO 3.4.1.-10 c)
ZTO 3.4.1.-11 d)
ZTO 3.4.1.-12 b), d)
ZTO 3.4.1.-13 a)
ZTO 3.4.1.-14 d)
ZTO 3.4.1.-15 b)
ZTO 3.4.1.-16 4, 1, 2, 3
ZTO 3.4.1.-17 3, 1, 2, 4
BTO 3.4.1.-18 3 a 4 stejně, 2, 1

Podle $\oint \vec{B}.d\vec{s} = \mu_o I_c$ je tento integrál roven μ_o .*I*. Plochu, která je omezena Ampérovou křivkou 3 a 4 protíná celý proud *I*. Plochy, jejímiž konturami jsou křivky 2 a 1, protíná jen část proudu *I*.

BTO 3.4.1.-19 3 , pak 1 a 2 stejně

Všímejte si směru proudu

ZTO 3.4.1.-20 c)

Podívejte se na vztah $B = \mu_o \dfrac{N.I}{l}$. Poměr *N/l* je n_1 respektive n_2. Podle zadání je $n_1 = n_2$

ZTO 3.4.1.-21 d)
ZTO 3.4.1.-22 c)
ZU 3.4.1.-1 I = 32,1 A
ZU 3.4.1.-2 I = 4,3 A
ZU 3.4.1.-3 a) směr I_2 je do obrázku, b) $I_2 / I_1 = 2$

BU 3.4.1.-4 Uvažujte tak, že částice s nábojem Q se pohybuje rychlostí v v magnetickém poli, které vzniká kolem přímého vodiče s proudem *I*. Nejdříve tedy stanovte indukci tohoto pole.

ZU 3.4.1.-5 $F = 4.10^{-7}$ N na 1m délky
ZU 3.4.1.-6 vodiče se odpuzují, F = 0,43 N
ZU 3.4.1.-7 $B = 2{,}5.10^{-3}$ T

Nezapomeňte dosadit v soustavě SI, tj. určit počet závitů na metr.

ZU 3.4.1.-8 n = $1{,}5.10^{3}$ m^{-1}
ZU 3.4.1.-9 I = 0,272 A

Nejdříve vyjádřete velikost indukce magnetického pole uvnitř solenoidu. Magnetické pole solenoidu působí na elektron silou F_m, která je rovna dostředivé síle.

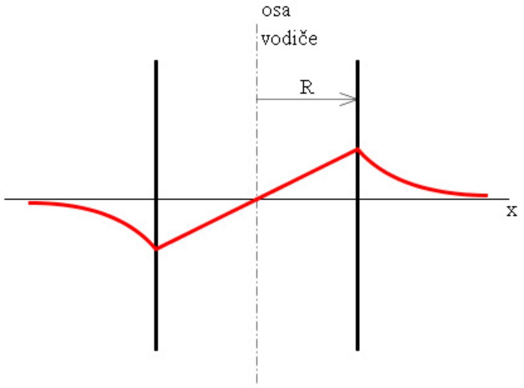
BU 3.4.1.-11 $B_A = \dfrac{\mu_o.I}{2\pi x}$ $\qquad B_C = \dfrac{\mu_o.I}{2\pi R}$ $\qquad B_D = \dfrac{\mu_o.I.r}{2\pi R^2}$

V bodě D si musíte uvědomit, že plochu ohraničenou Ampérovou křivkou poloměru *r* neprotíná celý proud *I*, ale pouze jeho část. Jaký proud protíná plochu $\pi.r^2$ zjistíte z podmínky, že hustota proudu ve vodiči je konstantní.

Všimněte si výsledku: $B_A \sim 1/x$ to platí vně vodiče

$B_D \sim r$ to platí uvnitř vodiče

Na obrázku O 3.4.1.-28 vidíte průběh indukce v závislosti na poloze zkoumaného bodu.



O 3.4.1.-28

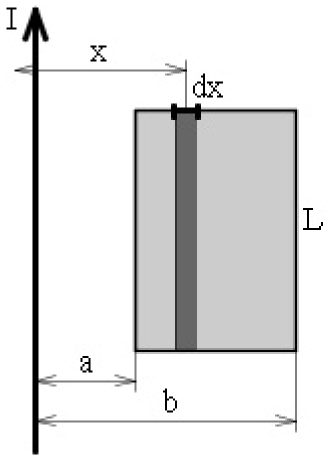
ZU 3.4.1.-12

$B_{M1} = 375\frac{\mu_o}{\pi}$ $B_{M2} = 500\frac{\mu_o}{\pi}$

BU 3.4.1.-13 Dlouhým přímým vodičem prochází proud *I*. Určete magnetický indukční tok jdoucí plochou *S* obdélníka na obrázku O 3.4.1.-30a Strana *L* obdélníka je rovnoběžná s vodičem.

$$\Phi_m = \mu_o \frac{I.L}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

Indukce *B* od přímého vodiče nemá v každém místě plochy stejnou velikost. Proto indukční tok $d\Phi_m = B.dS \Rightarrow \Phi_m = \int B.dS$. Protože vektor indukce a vektor normály plochy jsou rovnoběžné, $\cos 0^o = 1$. Volbu elementu d*S* vidíte na obrázku O 3.4.1.-30b.



O 3.4.1.-30b

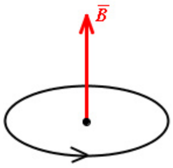
BU 3.4.1.-14 4.U

Podívejte se na vztah $B = \frac{\mu_o I \varphi_o}{4\pi R}$.Tento vztah definuje velikost indukce ve středu kruhového oblouku se středovým úhlem φ_o. Najděte si vztah pro velikost indukce ve středu **kruhového** závitu (přívod a odvod proudu neuvažujte).

BU 3.4.1.-15 $B = \frac{\mu_o.I}{2R}\sqrt{2}$

V předchozí úloze jste získali vztah pro velikost indukce ve středu kruhového závitu :

$B = \frac{\mu_o.I}{2R}$. Víte jaký je směr vektoru této indukce? Podívejte se na obrázek O 3.4.1.-31.



O 3.4.1.-31

Vektor $\vec{B}$ je kolmý na rovinu závitu a jeho orientaci určíte takto: prsty pravé ruky jsou ve směru proudu, vztyčený palec určí orientaci $\vec{B}$. Nakreslete si vektory $\vec{B}$ od obou závitů (mají stejnou velikost) a najděte výslednici.

ZU 3.4.1.-16 R = 0,02 m

BU 3.4.1.-17 W = 8,4.10^{-5} J/m

Vodiče na sebe působí silou $F_m = \mu_o \dfrac{I_1.I_2}{2.\pi.R} L$. Síla na jeden metr délky vodiče je F_m/L. Tato síla ovšem nemá konstantní velikost, závisí na okamžité vzdálenosti R obou vodičů. Práci, kterou síla F_m/L koná, musíme počítat takto: $\dfrac{W}{L} = \int_a^b \dfrac{F_m}{L}.dR$

3.4.2. MAGNETICKÉ POLE LÁTEK

ZTO 3.4.2.-1 c)
ZTO 3.4.2.-2 b), d)
ZTO 3.4.2.-3 c)
ZTO 3.4.2.-4 b)
ZTO 3.4.2.-5 100
ZTO 3.4.2.-6 c), d)
ZU 3.4.2.-1 $I_1 = \mu_r \,.\, I$

3.5.1. FARADAYŮV ZÁKON ELEKTROMAGNETICKÉ INDUKCE

ZTO 3.5.1.-1 a), c)
ZTO 3.5.1.-2 **a) 0,25 b) 0 c) 0,25**
ZTO 3.5.1.-3 b)
ZTO 3.5.1.-4 b)
ZTO 3.5.1.-5 a = c, d = e, b

$U_i = S\dfrac{dB}{dt}$ respektive v našem případě $U_i = S\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$

BTO 3.5.1.-6 $U_i = 15\pi \sin(3\pi.t) \quad (\mathrm{V,s})$

ZU 3.5.1.-1 U_i = 5 V
ZU 3.5.1.-2 U_i = 0,35 V
ZU 3.5.1.-3 Δt = 0,2 s
ZU 3.5.1.-4 U_i = 1 V
BU 3.5.1.-5 U_i = 0,01 V

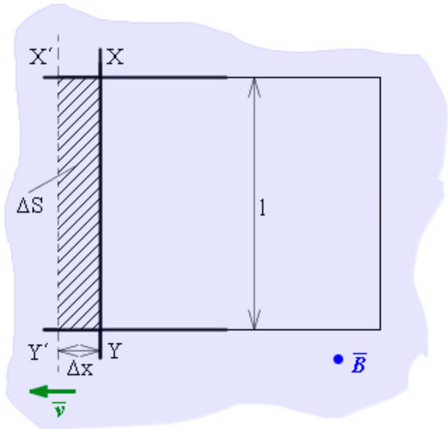
Řešení najdete v Základech fyziky v řešené úloze **RU 3.5.1.-1.**

Vyjdeme z definice $U_i = -\dfrac{d(\vec{B}.\vec{S})}{dt} = -\dfrac{d\ (B.S.\cos\alpha)}{dt}$.

- Velikost indukce B je konst.
- Vektor indukce je rovnoběžný s vektorem normály plochy závitu, cosα = 1

- Velikost indukovaného napětí je $|U_i| = B.\frac{dS}{dt}$

Posunete-li vodič XY po dráze d*x* rychlostí *v*, zvětší se plocha závitu o d*S* = *v* . d*t*.*l*. Budete-li vodič XY posouvat např. doleva, bude se zvětšovat plocha vymezená vodivou smyčkou a tedy i indukční tok touto plochou (O 3.5.1.-1c). Indukované napětí bude mít velikost $U_i = B.\frac{\Delta S}{\Delta t} = B.v.l$



O 3.5.1.-1c

ZU 3.5.1.-6 $\Delta B/\Delta t = 4$ T/s

$$U_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(B.S)}{\Delta t} = S\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

ZU 3.5.1.-7 *a)* $U_i = 0{,}4$ V, *b)* I = 20 A

ZU 3.5.1.-8 *a) 40 mV* *b) 0 V*

ZU 3.5.1.-9 $U_i = 0{,}165$ V , viz úloha ZU 3.5.1.-5.

BU 3.5.1.-11 U_i (max) = 3,14 V

Musíte vyjít ze vztahu $U_i = -\frac{d\Phi_m}{dt}$ *B* a *S* jsou konstanty, α se mění s časem. Tento úhel musíte vyjádřit pomocí ω. Nezapomeňte, že cívka má N závitů.

BU 3.5.1.-12

$$\Phi_m = 25.10^{-6}\sin(100\pi.t) \quad (\mathrm{Wb,s})$$

$$u_i = -25\pi.10^{-4}\cos(100\pi.t) \quad (\mathrm{V,s})$$

$$i = -2{,}28\cos(100\pi.t) \quad (\mathrm{A,s})$$

3.5.2. VLASTNÍ A VZÁJEMNÁ INDUKCE

ZTO 3.5.2.-1 indukčnost, henry

ZTO 3.5.2.-2 a), b), c), d)

ZTO 3.5.2.-3 e)

ZTO 3.5.2.-4 c)

ZTO 3.5.2.-5 b)

ZTO 3.5.2.-6 a), b)

ZTO 3.5.2.-7 a**)**

Velikost indukovaného napětí závisí na rychlosti změny proudu, tj. $\frac{\Delta I}{\Delta t}$

ZTO 3.5.2.-8 b)
Velikost indukovaného napětí závisí na rychlosti změny proudu, tj. ptejme se ve kterém případě roste proud rychleji.
ZTO 3.5.2.-9 b), c), d), e)
BTO 3.5.2.-10 b)
BTO 3.5.2.-11 c)
BTO 3.5.2.-12 100 **A/s**
Vycházejte z rovnice $U_i = -L\dfrac{dI}{dt}$
ZTO 3.5.2.-13 c)
BTO 3.5.2.-14 x = 100 y = 0,5 z = 0,5
ZU 3.5.2.-1 Magnetický indukční tok cívkou je 0,6 Wb
ZU 3.5.2.-2 L = 14 mH
$N.\Phi_m$ je 0,12 Wb.
ZU 3.5.2.-3 $L = 2\ H$
ZU 3.5.2.-4 U_i = 10,5 V
ZU 3.5.2.-5 U_i = 10,5 V
Rychlost s jakou se mění proud je $\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$.
ZU 3.5.2.-6 ΔI = 0,5 A
ZU 3.5.2.-7 L = 0,628 H
Vycházejte ze vztahu $L = \mu_o \dfrac{N^2.S}{l}$ s tím, že uvedený vztah platí pro cívku s vakuovým jádrem.
ZU 3.5.2.-8 L = 0,4 mH
Velikost indukovaného napětí v závitu s proudem můžete vyjádřit dvojím způsobem:
- přímo z Faradayova zákona pomocí rychlosti změny indukčního toku
- pomocí rychlosti změny proudu v závitu

Obě rovnice porovnejte.
ZU 3.5.2.-9 N = 1200
Viz úloha ZU 3.5.2.-8
ZU 3.5.2.-10 L = 0,6 mH, N = 120
ZU 3.5.2.-11 M = 1,67 mH
ZU 3.5.2.-12 M = 12,5 H
ZU 3.5.2.-13 Φ_m = 0,1 μWb
ZU 3.5.2.-14 a) N = 800 b) L = 2,5 μH
BU 3.5.2.-15 a) 16 kV b) 3,1 kV c) 23 kV
BU 3.5.2.-16 a) U_{i2} = -50π cos (100πt) (V,s) b) U_{i2}(max) = **50π V**
BU 3.5.2.-17 I_o/I = 1,5 I_o je hodnota ustáleného proudu v cívce

3.5.3. VZNIK A VLASTNOSTI STŘÍDAVÉHO PROUDU

ZTO 3.5.3.-1 a), c)
ZTO 3.5.3.-2 d)
ZTO 3.5.3.-3 b)
ZTO 3.5.3.-4 c)
ZTO 3.5.3.-5 U_m = 84,85 V
ZTO 3.5.3.-6 $U = 212\ V$
ZTO 3.5.3.-7 P = 16,06 kW
ZTO 3.5.3.-8 P_z = 1000 kW
ZTO 3.5.3.-9 N_2 = 20 závitů
ZTO 3.5.3.-10 0,25 V
Amplituda napětí je maximální hodnota napětí
ZTO 3.5.3.-11 0,18 V
ZTO 3.5.3.-12 100π rad/s
Obecná rovnice indukovaného napětí je $u = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ kde $\omega = 2\pi f$
ZTO 3.5.3.-13 50 s^{-1} nebo 50 Hz, $\omega = 2\pi f$
ZTO 3.5.3.-14 0,05 A, platí Ohmův zákon $I_m = \frac{U_m}{R}$
ZTO 3.5.3.-15 25 V
100 identických závitů je zapojeno do série, tj. napětí bude 100 krát větší
ZU 3.5.3.-1 t = 6,73 ms
Uvědomte si, že sin π/2 = 1
ZU 3.5.3.-2 T = 1,25 ms, I = 1,41 A, i = 0,251 A
ZU 3.5.3.-3 $i = 2{,}4 \sin 120\pi t \quad (A,s)$
ZU 3.5.3.-4 I = 1,84 A
Zopakujte si definici efektivních hodnot proudu a napětí.
ZU 3.5.3.-5 I = 1,25 A , I_m = 1,77 A
ZU 3.5.3.-6 a) U = 24 V, b) U_m = 34 V
ZU 3.5.3.-7 I = 0,435 A
ZU 3.5.3.-8 cos φ = 0,707 P = 3,535 W
Porovnáním obou zadaných rovnic zjistíte, že $\varphi = \frac{\pi}{4}$. Kosinus tohoto fázového posuvu definuje účiník.
ZU 3.5.3.-9 P_z = 16 kW, P = 12,8 kW
ZU 3.5.3.-10 I_1 = 0,34 A
Porovnáním rovnic $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$ a $\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ zjistíte vztah mezi proudem a napětím na primární a sekundární cívce v případě, že účinnost transformátoru je 100 %.
ZU 3.5.3.-11 N_1/N_2 = 96, I_1 = 3,5 A, I_2 = 339 A

3.5.4. STŘÍDAVÉ OBVODY R,L,C

BTO 3.5.4-1 c)
BTO 3.5.4.-2 a)
BTO 3.5.4.-3 b)

BTO 3.5.4.-4 b)
BTO 3.5.4.-5 d)
BTO 3.5.4.-6 b)
BTO 3.5.4.-7 a)
BTO 3.5.4.-8 c)
BTO 3.5.4.-9 b)
BTO 3.5.4.-10 a)
BTO 3.5.4.-11 a)
BTO 3.5.4.-12 I = 0,8 A
BU 3.5.4.-1 $i = 2{,}4 \sin 120\pi.t$ (A,s) U = 84,85 V I = 1,7 A
BU 3.5.4.-2 X_L = 5,7 Ω I_m= 21 A
BU 3.5.4.-3 X_C = 3,2 Ω I_m = 9,4 A $i = 9{,}4 \sin(2.10^3 \pi.t + \frac{\pi}{2}) = 9{,}4 \cos 2.10^3 \pi.t$ (A,s)
BU 3.5.4-5 C = 1,8.10^{-8} F P = 916,7 W
1. Proud se zpožďuje za napětím a to znamená, že se jedná o obvod *RL* v sérii. Pokud má být cos φ = 1 (tj. proud a napětí jsou ve fázi) je nutné zapojit do obvodu takový kondenzátor, jehož kapacitance bude rovna induktanci cívky, tj. aby byla splněna podmínka rezonance.Vašim úkolem je tedy najít induktanci respektive indukčnost obvodu.
BU 3.5.4.-6 L = 2 mH
Úlohu řešíme jako *RL* v sérii.
BU 3.5.4.-7 Z = 63,5 Ω
Nejdříve vyřešte výslednou kapacitu a pak řešte jako *RC* v sérii.
BU 3.5.4.-8 f_o = 215 Hz I_m = 0,14 A U_R = 2,1 V U_C = 14,8 V U_L = 7,3 V
Nejdříve najděte výslednou kapacitu a můžete vyřešit rezonanční frekvenci. Když vyřešíte kapacitanci a induktanci (*R* znáte) můžete vyřešit impedanci, dále amplitudu proudu a amplitudy napětí na jednotlivých prvcích obvodu.