

Fyzika 2 - rámcové příklady

Magnetické pole - síla na vodič, moment na smyčku

1. Určete skalární a vektorový součin dvou obecných vektorů \vec{A} a \vec{B} a popište, jak závisí výsledky těchto součinů na úhlu mezi vektory.
2. Zvolte číselně složky vektoru \vec{A} . Nalezněte libovolný vektor \vec{B} tak, aby výsledek skalárního součinu $\vec{A} \cdot \vec{B}$ byl nulový.
3. Zvolte číselně složky vektoru \vec{A} . Nalezněte libovolný vektor \vec{B} tak, aby výsledek skalárního součinu $\vec{A} \cdot \vec{B}$ byl maximální.
4. Zvolte číselně složky vektoru \vec{A} . Nalezněte libovolný vektor \vec{B} tak, aby výsledek vektorového součinu $\vec{A} \times \vec{B}$ byl nulový vektor.
5. Zvolte číselně složky vektoru \vec{A} . Nalezněte libovolný vektor \vec{B} tak, aby výsledek vektorového součinu $\vec{A} \times \vec{B}$ byl vektor o maximální možné velikosti. Jaký je směr takového vektoru? Jak souvisí velikosti dílčích vektorů a s velikostí výsledného vektoru?
6. Zvolte číselně složky vektoru \vec{A} . Nalezněte libovolný vektor \vec{B} tak, aby výsledek skalárního součinu $\vec{A} \cdot \vec{B}$ byl roven polovině součinu velikostí vektorů \vec{A} a \vec{B} . Jaký musí být úhel mezi vektory \vec{A} a \vec{B} ?
7. Zvolte číselně složky vektoru \vec{A} . Nalezněte libovolný vektor \vec{B} tak, aby velikost vektorového součinu $\vec{A} \times \vec{B}$ byl roven polovině součinu velikostí vektorů \vec{A} a \vec{B} . Jaký musí být úhel mezi vektory \vec{A} a \vec{B} ?
8. Odvoďte a nakreslete závislost velikosti výsledku skalárního součinu $\vec{A} \cdot \vec{B}$ na úhlu mezi dílčími vektory \vec{A} a \vec{B} .
9. Odvoďte a nakreslete závislost velikosti výsledku vektorového součinu $\vec{A} \times \vec{B}$ na úhlu mezi dílčími vektory \vec{A} a \vec{B} .
10. Vektor \vec{A} leží v rovině xy a s oběma osami svírá úhel 45° . Navrhněte složky vektoru \vec{A} tak, aby výsledná velikost vektoru činila 20-ti násobek jednotkové velikosti vektoru \vec{A} . Nalezněte složky jednotkového vektoru \vec{B} tak, aby s vektorem \vec{A} svíral úhel 15° a zároveň ležel v rovině xy .
11. Vektor \vec{A} leží v rovině xy a s osou x svírá úhel 60° . Nalezněte složky jednotkového vektoru \vec{B} tak, aby s vektorem \vec{A} svíral úhel 90° a zároveň neležel v rovině xy .

12. Vektor \vec{A} má složky $(-6;2;-3)$. Určete velikost vektoru \vec{A} . Stanovte složky vektoru \vec{A}_j , pro který platí $\vec{A} = |\vec{A}|\vec{A}_j$. Dále naleznete složky libovolného vektoru \vec{B} tak, aby $\vec{A} \perp \vec{B}$.
13. Vektor \vec{A} má složky $(-6;2;-3)$. Naleznete složky libovolného vektoru \vec{B} tak, aby $\vec{A} \perp \vec{B}$ a zároveň výsledná velikost vektoru \vec{B} činila $1 \cdot 10^5$. Proveďte vektorový součin $\vec{A} \times \vec{B}$ a ukažte, že výsledný vektor $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ je kolmý jak na vektor \vec{A} , tak na vektor \vec{B} .
14. Vektor \vec{A} má složky $(3;-2;-5)$. Zvolte libovolný vektor \vec{B} tak, aby $\vec{A} \nparallel \vec{B}$. Určete úhel mezi vektory a stanovte velikosti dílčích vektorů \vec{B}_{\parallel} a \vec{B}_{\perp} , pro které platí $\vec{B}_{\parallel} + \vec{B}_{\perp} = \vec{B}$ a zároveň $\vec{B}_{\parallel} \parallel \vec{A}$ a $\vec{B}_{\perp} \perp \vec{A}$.
15. Vektor \vec{A} má složky $(1;-2;2)$. Zvolte libovolný vektor \vec{B} tak, aby $\vec{A} \nparallel \vec{B}$. Určete úhel mezi vektory a proveďte vektorový součin $\vec{A} \times \vec{B}$. ukažte, že výsledný vektor $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ je kolmý jak na vektor \vec{A} , tak na vektor \vec{B} .
16. Přímý vodič délky l s lineární hustotou $\frac{m}{l}$ leží na vodorovné podložce a prochází jím proud I . Na vodič působí magnetické pole o velikosti magnetické indukce B . Pro zvolený vektor délky vodiče \vec{l} naleznete vhodný směr magnetického pole tak, aby se vodič začal vznášet nad podložkou. Stanovte složky vektorů indukce i síly a určete minimální velikost pole, při které se vodič odpoutá od podložky.
17. Přímý vodič délky l , průřezu S a hustotě materiálu ρ leží na vodorovné podložce a prochází jím proud I . Na vodič působí magnetické pole o velikosti magnetické indukce B . Pro zvolený vektor délky vodiče \vec{l} naleznete vhodný směr magnetického pole tak, aby výsledná magnetická síla měla shodný směr jako síla tíhová. Stanovte složky vektorů indukce i síly a určete jejich velikosti.
18. Vektor délky přímého vodiče \vec{l} má složky $(3;-6;2)$, vodičem prochází proud 5 A. Naleznete složky libovolného vektoru magnetické indukce \vec{B} , při kterém je výsledná magnetická síla působící na vodič nulová.
19. Vektor délky přímého vodiče \vec{l} má složky $(1;-2;2)$, vodičem prochází proud 2 A. Naleznete složky libovolného vektoru magnetické indukce \vec{B} , při kterém je výsledná magnetická síla kolmá na vektor \vec{l} .
20. Přímý vodič délky l , průřezu S a hustotě materiálu ρ je zavěšen v prostoru tak, že jeho podélná osa je svíslá. Vodičem prochází jím proud I . Naleznete složky libovolného vektoru magnetické indukce \vec{B} , při kterém je na vodiči kompenzována tíhová síla.
21. Dva dlouhé tenké vodiče leží na vodorovné podložce, jejich podélné osy jsou rovnoběžné. Oběma vodiči prochází proud I souhlasným směrem. Naleznete geometrické místo v prostoru, na kterém je celková magnetická indukce nulová. Dále určete velikost síly mezi vodiči a rozhodněte, zda se vodiče přitahují, či odpuzují.

22. Dva dlouhé tenké vodiče leží na vodorovné podložce, jejich podélné osy jsou rovnoběžné. Oběma vodiči prochází proud I , avšak ve vzájemně opačných směrech. Nalezněte geometrické místo v prostoru, na kterém je celková magnetická indukce nulová. Dále určete velikost síly mezi vodiči a rozhodněte, zda se vodiče přitahují, či odpuzují.
23. Tenký vodič je položen kolmo na dvou rovnoběžných vodivých kolejnicích, jejichž rozchod je d . Vodič může bez tření klouzat po kolejnicích v podélném směru. Určete směr a velikost magnetické indukce nutné k tomu, aby zrychlení vodiče dosáhlo hodnoty a .
24. Tenký vodič je položen kolmo na dvou rovnoběžných vodivých kolejnicích, jejichž rozchod je d . Vodič může klouzat po kolejnicích v podélném směru, statický koeficient tření mezi vodičem a kolejnicemi je 0,09, dynamický koeficient tření pak 0,06. Určete směr a velikost magnetické indukce nutné k tomu, aby se vodiče začal pohybovat. Bude-li tato magnetická indukce působit nadále, jak se bude vodič pohybovat?
25. Plocha obdélníkové cívky činí $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$. Poměr stran obdélníka je 2:1. Stanovte rozměry cívky.
26. Na kruhovou cívku o průměru d bylo navinuto celkem 20 m vodiče. Zvolte průměr cívky tak, abychom na cívku navinuli určitý počet závitů (celé číslo). Ukažte, že průměr cívky nemůže být libovolný. Navrhněte řadu hodnot průměru cívky, při které je počet závitů vždy celé číslo.
27. Na čtvercovou cívku o straně a bylo navinuto právě 20 závitů, přičemž bylo spotřebováno 5,2 m drátu. Cívkou protéká proud 3 A. Určete velikost plochy cívky.
28. Čtvercová cívka o straně a má 20 závitů a je orientována tak, že normála její plochy svírá se všemi souřadnými osami stejný úhel. Cívkou protéká proud 2 A. Určete složky jednotkového vektoru plochy a dále složky vektoru plochy takové smyčky.
29. Na obdélníkové cívce o stranách 5 a 7 cm je navinuto 5 závitů, smyčkou protéká proud 2 A. Určete složky a velikost vektoru \vec{S} , jestliže smyčka leží v rovině yz . Dále stanovte složky a velikost vektoru Ampérova momentu této smyčky.
30. Na kruhový prstenec bylo navinuto 100 závitů, přičemž bylo použito 10 m drátu. Cívkou protéká proud 3 A. Rovina plochy cívky je orientována tak, že osa z svírá s rovinou úhel 0° a osy x a y svírají s rovinou závitů stejný úhel. Definujte složky a velikost vektoru plochy a dále určete složky a velikost vektoru Ampérova momentu.
31. V úkolech č. 27 - 30 zaveďte libovolný vektor magnetické indukce tak, aby ležel v rovině závitů. Navrhněte složky vektoru magnetické indukce, jestliže jeho velikost bude 5 mT. Určete složky a velikost vektoru momentu silové dvojice, kterým pole působí na cívku.

32. V úkolech č. 27 - 30 zaveďte libovolný vektor magnetické indukce tak, aby byl kolmý na rovinu závitů. Navrhněte složky vektoru magnetické indukce, jestliže jeho velikost bude 7 mT. Určete složky a velikost vektoru momentu silové dvojice, kterým pole působí na cívku.
33. V úkolech č. 29 a 30 zaveďte libovolný vektor magnetické indukce tak, aby s rovinou závitů svíral úhel 45° . Navrhněte složky vektoru magnetické indukce, jestliže jeho velikost bude 3 mT. Určete složky a velikost vektoru momentu silové dvojice, kterým pole působí na cívku.
34. Kruhová cívka o 12 závitěch a poloměru r , jíž prochází proud 4 A, byla vložena do magnetického pole definovaného vektorem $\vec{B} = (-1; 2; -2)mT$ tak, že vektor plochy cívky je kolmo k vektoru magnetické indukce. Nalezněte libovolné složky vektoru plochy a stanovte odpovídající složky a velikost vektoru momentu silové dvojice, který na cívku působí.
35. V úkolech č. 31 - 34 stanovte práci potřebnou k pootočení cívky do stabilní polohy a odpovídající změnu potenciální energie. Navrhněte složky vektoru plochy, jestliže je cívka ve stabilní poloze.
36. V úkolech č. 31 - 34 stanovte práci potřebnou k pootočení cívky o 180° a odpovídající změnu potenciální energie. Navrhněte složky vektoru plochy, jestliže se cívka nachází v koncové poloze (již pootočená).
37. Rotor elektromotoru je v podstatě soustavou cívek, jejichž roviny závitů jsou vzájemně pootočené, přičemž všechny roviny závitů mají společný průsečík na přímce, která je zároveň osou otáčení rotoru. Uvažujte, že rotor se skládá právě ze šesti obdélníkových cívek o stranách 4 cm a 10 cm, přičemž osa otáčení prochází středy kratších stran obdélníka. Každá cívka má 100 závitů, proud každou z cívek je 2 A. Magnetické pole statoru je homogenní o velikosti indukce 5 mT. Během otáčení rotoru se připojuje vždy jedna z cívek, a to právě ta, na kterou působí maximální moment silové dvojice. Analyzujte průběh momentu silové dvojice, jestliže se aktivní cívka připojí do obvodu okamžitě po odpojení vedlejší cívky a k dosažení úhlu maximálního momentu dojde právě v polovičním čase, kdy je cívka připojena.
38. Odvoďte a nakreslete obecnou závislost velikosti Ampérova momentu na proudu, který protéká cívkou.
39. Odvoďte a nakreslete obecnou závislost velikosti Ampérova momentu na průměru kruhové cívky.
40. Odvoďte a nakreslete obecnou závislost velikosti Ampérova momentu na ploše obdélníkové cívky.
41. Odvoďte a nakreslete obecnou závislost velikosti Ampérova momentu na velikosti magnetické indukce.

42. Odvoďte a nakreslete obecnou závislost velikosti momentu silové dvojice na proudu, který protéká cívkou.
43. Odvoďte a nakreslete obecnou závislost velikosti momentu silové dvojice na úhlu mezi vektorem magnetické indukce a rovinou závitů cívky.