

Fyzika 2 - rámcové příklady

Magnetické pole - Biotův-Savartův, Ampérův a Faradayův zákon

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 nalezněte složky libovolného vektoru $\vec{B}$ tak, aby $\vec{A} \perp \vec{B}$.
13. Vektor $\vec{A}$ má složky $(-6;2;-3)$. Nalezněte 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. Definujte znění Biotova-Savartova zákona. Rozeberte problematiku řešení velikosti a směru magnetické indukce vyvolané elektrickým proudem v určitém bodě v prostoru. Postup řešení ukažte na vhodném příkladu.
17. Pomocí Biotova-Savartova zákona určete velikost a směr vektoru magnetické indukce ve středu kruhové smyčky, kterou protéká proud I .
18. Pomocí Biotova-Savartova zákona určete velikost a směr vektoru magnetické indukce ve středu křivosti vodiče tvaru půlkružnice, kterou protéká proud I . Pokuste se nalézt obecné řešení pro zvolenou délku oblouku vodiče.
19. Příným vodičem o délce 100 mm protéká proud 5 A. Stanovte velikost a směr vektoru magnetické indukce ve zvolené vzdálenosti od vodiče za podmínky, že toto místo leží na prodloužené podélné ose vodiče.
20. Příným nekonečným vodičem protéká proud 5 A. Ve zvoleném místě v prostoru okolí vodiče, které neleží na ose vodiče, stanovte velikost a směr vektoru magnetické indukce. Pro odvození použijte Biotův-Savartův zákon.
21. Zeměměřič určuje zeměpisnou polohu pomocí magnetické buzoly 15 m pod elektrickým vedením, kterým protéká stejnosměrný elektrický proud 100 A. Jaká je magnetická indukce vytvořená tímto proudem v místě, kde se nachází buzola? Bude toto vedení nějak ovlivňovat její údaje? Vodorovná složka indukce magnetického pole Země v místě, kde se nachází zeměměřič s buzolou, je $20 \mu\text{T}$.
22. Dlouhý vodič, kterým protéká elektrický proud 100 A, se nachází ve vnějším homogenním magnetickém poli o indukci 5,0 mT a je k ní kolmý. Určete body, ve kterých je výsledné magnetické pole rovno nule.

23. Elektrický obvod se skládá se ze dvou čtvrtkruhových oblouků o poloměrech a a b . Oba oblouky jsou na koncích propojeny radiálními přínými úseky. Určete magnetickou indukci ve středu křivosti oblouků, víte-li, že tímto uzavřeným obvodem protéká proud I .
24. Dva vodiče mají stejnou délku L . Jeden má tvar čtverce, druhý tvar kružnice a každým protéká stejný proud I . Ukažte, že magnetická indukce ve středu čtvercové smyčky je větší než ve středu smyčky kruhové. K odvození použijte Biotův-Savartův zákon.
25. Definujte znění Ampérova zákona. Rozeberte problematiku řešení velikosti a směru magnetické indukce vyvolané elektrickým proudem v určitém bodě v prostoru. Postup řešení ukažte na vhodném příkladu.
26. Příným vodičem o délce 100 mm protéká proud 5 A. Stanovte velikost a směr vektoru magnetické indukce ve zvolené vzdálenosti od vodiče za podmínky, že toto místo leží na prodloužené podélné ose vodiče. Použijte Ampérův zákon.
27. Příným nekonečným vodičem protéká proud 5 A. Ve zvoleném místě v prostoru okolí vodiče, které neleží na ose vodiče, stanovte velikost a směr vektoru magnetické indukce. Pro odvození použijte Ampérův zákon.
28. Prostorem protéká elektrický proud v kladném směru osy z s konstantní proudovou hustotou $15 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$. Určete hodnotu integrálu $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$ po lomené Ampérově křivce vedoucí po úsečkách od bodu $(4d, 0, 0)$ přes $(4d, 3d, 0)$ a $(0, 0, 0)$ zpět do $(4d, 0, 0)$, kde $d = 20 \text{ cm}$.
29. Určete indukci magnetického pole B v ose nekonečného solenoidu, který má na délce l celkem N závitů. Solenoidem prochází proud I , permeabilita prostředí je μ .
30. Solenoid dlouhý 95,0 cm má poloměr 2,00 cm a jeho 1200 závitů protéká proud 3,6 A. Určete velikost magnetické indukce B v dutině solenoidu.
31. Dlouhým solenoidem s hustotou 100 závitů na centimetr protéká proud I . Elektron se pohybuje uvnitř solenoidu po kružnici o poloměru 23 mm kolmo na osu solenoidu. Rychlost elektronu je $0,046c$ (c je rychlost světla). Určete velikost elektrického proudu tekoucího solenoidem.
32. Solenoidem o délce 1,3 m a průměru 2,60 cm protéká proud 18 A. Magnetická indukce uvnitř tohoto solenoidu je 23 mT. Vypočtete délku vodiče, z něhož je solenoid navinut.
33. Dlouhým solenoidem s hustotou 10 závitů na centimetr a poloměrem 7 cm protéká proud 20 mA. Příným vodičem ležícím v ose solenoidu protéká proud 6 A. V jaké vzdálenosti od osy bude svírat vektor výsledné magnetické indukce úhel 45° s osou vodiče? Jaká je v tomto místě velikost magnetické indukce?
34. Stanovte velikost magnetické indukce B toroidu (tj. cívky tvořené závitů hustě vinutými na uzavřeném prstencovém jádře), jestliže poloměr závitů je podstatně menší než střední poloměr jádra $r = 100 \text{ mm}$. Toroid obsahuje 500 závitů, kterými prochází stálý proud 0,2 A,

prostředím je vzduch. Předpokládejte, že magnetické pole existuje pouze uvnitř cívky tvořící toroid a má konstantní velikost.

35. Definujte obecné znění definičního vztahu pro magnetický indukční tok a vysvětlete, v jakém případě lze použít zjednodušení ve tvaru $\Phi = BS$.
36. Čtvercová cívka o straně $a = 5 \text{ cm}$ má 20 závitů a je orientována tak, že normála její plochy svírá se všemi souřadnými osami stejný úhel. Určete magnetický indukční tok cívkou, jestliže směr vektoru magnetické indukce odpovídá směru některé ze souřadných os. Velikost magnetické indukce činí 5 mT .
37. Na obdélníkové cívce o stranách $5 \text{ a } 7 \text{ cm}$ je navinuto 5 závitů, smyčka leží v rovině yz. Nalezněte složky vektoru magnetické indukce tak, aby indukční tok cívkou byl právě roven nule. Velikost magnetické indukce je 2 mT .
38. Na obdélníkové cívce o stranách $5 \text{ a } 7 \text{ cm}$ je navinuto 5 závitů, smyčka leží v rovině yz. Nalezněte složky vektoru magnetické indukce tak, aby indukční tok cívkou byl právě maximální. Velikost magnetické indukce je 2 mT .
39. Na obdélníkové cívce o stranách $5 \text{ a } 7 \text{ cm}$ je navinuto 5 závitů, smyčka leží v rovině yz. Nalezněte složky vektoru magnetické indukce tak, aby indukční tok cívkou byl právě roven polovině maximální hodnoty toku. Velikost magnetické indukce je 2 mT .
40. Na kruhový prstenec bylo navinuto 100 závitů, přičemž bylo použito 10 m drátu. 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. Určete magnetický indukční tok jedním závitěm cívky, jestliže vektor magnetické indukce odpovídá směru osy x a velikost indukce činí 5 mT .
41. Pro zadání v úkolu č. 36 stanovte velikost indukovaného napětí v cívce v případě, že magnetická indukce rovnoměrně vymizí za 5 s .
42. Pro zadání v úkolu č. 36 stanovte velikost indukovaného napětí v cívce v případě, že se cívka v magnetickém poli rovnoměrně otáčí s frekvencí 300 min^{-1} . Rovina otáčení vektoru plochy cívky je definována počáteční polohou vektorů plochy a magnetické indukce, oba vektory v této rovině leží.
43. Pro zadání v úkolu č. 38 stanovte velikost indukovaného napětí v cívce v případě, že magnetická indukce rovnoměrně vymizí za 2 s .
44. Pro zadání v úkolu č. 38 stanovte velikost indukovaného napětí v cívce v případě, že se cívka v magnetickém poli rovnoměrně otáčí s frekvencí 3 s^{-1} . Rovina otáčení vektoru plochy cívky je definována počáteční polohou vektorů plochy a magnetické indukce, oba vektory v této rovině leží.
45. Pro zadání v úkolu č. 40 stanovte velikost indukovaného napětí v cívce v případě, že magnetická indukce rovnoměrně vymizí za 2 s .

46. Pro zadání v úkolu č. 40 stanovte velikost indukovaného napětí v cívce v případě, že se cívka v magnetickém poli rovnoměrně otáčí s frekvencí 3 s^{-1} . Rovina otáčení vektoru plochy cívky je definována počáteční polohou vektorů plochy a magnetické indukce, oba vektory v této rovině leží.
47. Ukažte, jaký bude časový průběh indukovaného napětí, jestliže časové změny indukčního toku bylo dosaženo lineární změnou velikosti magnetické indukce.
48. Ukažte, jaký bude charakter indukovaného napětí, jestliže časové změny indukčního toku bylo dosaženo rovnoměrným otáčením cívky v magnetickém poli.
49. Jak se změní situace v úkolu č. 48, jestliže na cívku v magnetickém poli působíme konstantním úhlovým zrychlením?
50. Jestliže se cívka rovnoměrně otáčí v magnetickém poli, projeví se změna frekvence otáčení pouze na amplitudě indukovaného napětí?
51. Jak závisí velikost amplitudy indukovaného napětí na průměru kruhové cívky / na ploše cívky / na počtu závitů cívky / na velikosti magnetické indukce?