

4. Якая частка прыродных радовішчаў паліва асвоена на сённяшні дзень?
5. Якія віды прыроднага паліва здабываюцца ў Беларусі?
6. У чым заключаецца сутнасць парніковага эфекту? Чым небяспечна глабальнае пацяпленне?
7. Якія крыніцы энергіі называюцца аднаўляльнымі?
8. Пералічыце асноўныя праекты выкарыстання аднаўляльных крыніц энергіі. Якія з іх з'яўляюцца найбольш перспектыўнымі для Беларусі?
9. Што з'яўляецца самай распаўсюджанай крыніцай энергіі ў Сусвеце?

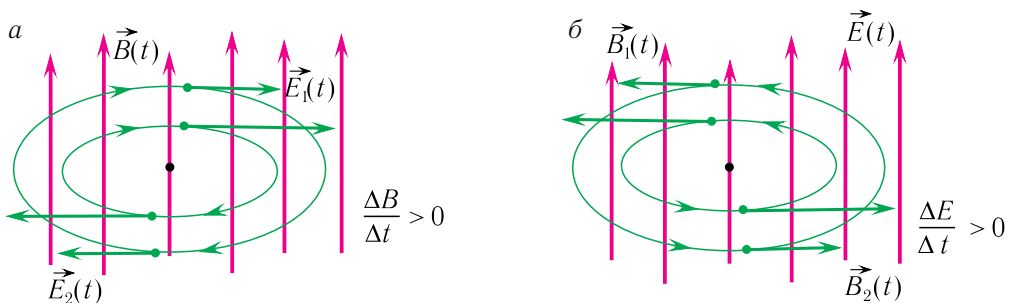
§ 12. **Электрамагнітныя хвалі і іх уласцівасці.** **Шкала электрамагнітных хваль**

Практычна да пачатку XX ст. чалавечая цывілізацыя не ведала аб існаванні электрамагнітных хваль, выкарыстанне ўласцівасцей якіх кардынальна змяніла быт сучасных людзей. Як цеплае выпраменьванне Сонца дасягае Зямлі праз халодныя прасторы космасу? Ці канечная скорасць святла? Як ажыццяўляецца сувязь з касманаўтамі на калязямной арбіце?

Упершыню гіпотэзу аб існаванні электрамагнітных хваль выказаў у 1864 г. англійскі фізік Джэймс Максвел. У сваіх працах ён паказаў, што крыніцамі электрычнага поля могуць быць як электрычныя зарады, так і магнітныя палі, якія змяняюцца ў часе.

У сваю чаргу магнітныя палі могуць узбуджацца або рухаючымі электрычнымі зарадамі (электрычным токам), або пераменнымі электрычнымі палямі.

Змяненне індукцыі магнітнага поля з цягам часу выклікае з'яўленне ў навакольнай прасторы вихравага электрычнага поля. Сілавыя лініі гэтага поля замкнутыя і ахопліваюць лініі індукцыі магнітнага поля, і напружанасць $\vec{E}(t)$ у любым пункце прасторы перпендыкулярна да індукцыі $\vec{B}(t)$ магнітнага поля (мал. 72, а).



Мал. 72. Пераменныя электрычныя (а) і магнітныя (б) палі, якія параджаюць адно аднаго

Максвел выказаў здагадку, што любое змяненне напружанасці віхравога электрычнага поля суправаджаецца ўзнікненнем пераменнага магнітнага поля (мал. 72, б). Далей гэты працэс можа паўтарацца «да бясконцасці», паколькі палі змогуць папераменна аднаўляць адно аднаго нават у вакууме.

Такім чынам, у вакууме ўзнікае сістэма зменных электрычных і магнітных палёў, якія ўзаемна падтрымліваюць адно аднаго і захопліваюць усё большыя і большыя абсягі прасторы (мал. 73).

Сукупнасць узаемазвязаных электрычнага і магнітнага палёў, якія перыядычна змяняюць адно аднаго, называюць пераменным **электрамагнітным полем**. Паводле тэорыі Максвела электрамагнітнае поле распаўсюджваецца ў прасторы з канчатковай скорасцю.

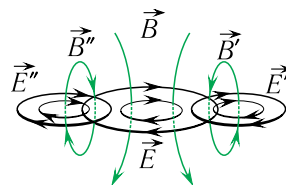
Разгледзім больш падрабязна працэс утварэння электрамагнітнага поля ў прасторы вакол правадніка.

Няхай у правадніку ўзбуджаны электрамагнітныя ваганні, у выніку чаго сіла электрычнага току ў ім бесперапынна змяняецца. Паколькі сіла току звязана са скорасцю руху свабодных зарадаў у правадніку, то скорасць руху апошніх таксама будзе бесперапынна змяняцца з цягам часу. Гэта гаворыць аб тым, што свабодныя зарады ўнутры правадніка будуць рухацца з паскарэннем.

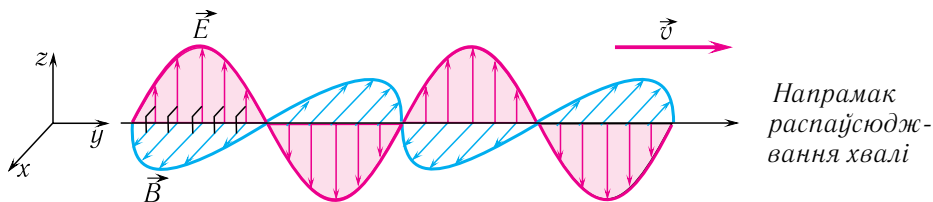
Паводле тэорыі Максвела пры паскораным руху свабодных зарадаў у правадніку ў прасторы вакол яго ствараецца пераменнае магнітнае поле, якое параджае пераменнае віхравое электрычнае поле. Апошнія, у сваю чаргу, зноў выклікае з'яўленне пераменнага магнітнага поля ўжо на большай адлегласці ад зараду і г. д. Такім чынам, у прасторы вакол правадніка ўтвараюцца ўзаемазвязаныя электрычныя і магнітныя палі, якія распаўсюджваюцца з цягам часу ў выглядзе хвалі.

Электрамагнітнае поле, якое распаўсюджваецца ў вакууме або ў якім-небудзь асяроддзі з канечнай скорасцю, называецца **электрамагнітнай хваляй** (мал. 74).

Электрамагнітныя хвалі з'яўляюцца папярочнымі. У іх напрамкі ваганняў вектараў напружанасці \vec{E} электрычнага поля і індукцыі \vec{B} магнітнага поля хвалі адбываюцца ў плоскасці, перпендыкулярнай да напрамку распаўсюджвання хвалі (гл. мал. 74).



Мал. 73. Утварэнне электрамагнітнай хвалі



Мал. 74. Схематычны відарыс электрамагнітнай хвалі

Падобна да пругкіх механічных хваль электрамагнітныя хвалі адбіваюцца ад перашкод, маюць праламленне на межах падзелу асяроддзяў. Але ў адрозненне ад пругкіх хваль электрамагнітныя хвалі могуць распаўсюджвацца і ў вакууме.

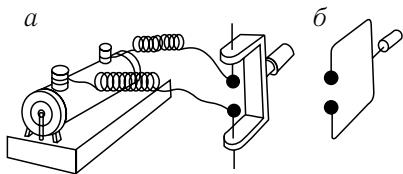
Адным з найважнейшых вынікаў тэорыі Максвела было тэарэтычнае вызначэнне модуля скорасці распаўсюджвання электрамагнітных хваль (святла). Згодна з гэтай тэорыяй, модуль скорасці распаўсюджвання электрамагнітнай хвалі ў вакууме звязаны з электрычнай пастаяннай ϵ_0 і магнітнай пастаяннай μ_0 наступнай суадносінай:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}.$$

Скорасць распаўсюджвання электрамагнітных хваль у вакууме з'яўляецца максімальнай (гранічна) дасягальнай велічынёй. У любым рэчыве скорасць іх распаўсюджвання меншая за c і залежыць ад яго электрычных і магнітных уласцівасцей.

Супадзенне скорасці электрамагнітных хваль са скорасцю святла дало магчымасць Максвелу выказаць здагадку, што святло мае электрамагнітную прыроду. Дзякуючы гэтаму адбылося аб'яднанне ў адно вучэнне оптыкі і электрамагнетызму.

Электрамагнітныя хвалі былі эксперыментальна адкрыты нямецкім фізікам Генрыхам Герцам ў 1887 г. Для іх генерацыі ён выкарыстаў спецыяльную прыладу (мал. 75, а), якая пасля атрымала назву *вібратар Герца*.



Мал. 75. Схематычны відарыс эксперыментальнай устаноўкі Герца: а — вібратар Герца; б — прыёмны контур

Герц даследаваў электрамагнітнае поле, якое выпраменьвае вібратар. У паветраным зазоры паміж шарамі пры пераменным напружанні, якое дасягае значэння прабою паветра, адбываўся іскрывы разрад. Пры гэтым у вібратары ўзнікалі электрамагнітныя ваганні высокай часта-

ты. Індыкатарам электрамагнітных хваль, якія ўзнікалі ў доследах Герца, служыла іскра, якая ўтваралася ў прыёмным контуры (мал. 75, б). Памеры прыёмнага контуру (у форме прамавугольнага контуру або кольца) выбіраліся такім чынам, каб уласная частата ваганняў, што ўзнікаюць у ім, была роўна частаце хваль, што выпраменьваюцца.

Змяняючы становішча прыёмнага контуру адносна вібратора і назіраючы з’яўленне ў ім іскры, Герц вызначаў наяўнасць поля ў розных пунктах прасторы. Такім чынам, Герц эксперыментальна даказаў існаванне электрамагнітных хваль.

У сваіх эксперыментах, праведзеных у 1887—1891 гг., Герц здолеў не толькі пераканаўча даказаць існаванне электрамагнітных хваль, але і выявіць іх асноўныя ўласцівасці. Пэралічым асноўныя ўласцівасці электрамагнітных хваль:

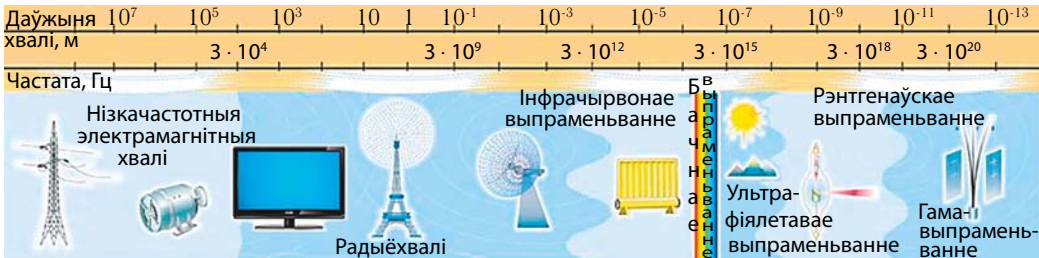
- распаўсюджваюцца не толькі ў розных асяроддзях, але і ў вакууме;
- у вакууме распаўсюджваюцца са скорасцю $c \approx 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$;
- адбіваюцца і праламляюцца на межах падзелу асяроддзяў;
- з’яўляюцца папярочнымі.

Спектр электрамагнітнага выпраменьвання зручна паказваць у выглядзе шкалы электрамагнітных хваль, прыведзенай на малюнку 76.

Уласцівасці электрамагнітных хваль вельмі моцна залежаць ад іх частаты. Выпраменьванне электронаў, абумоўленае іх рухам у правадніках, дазваляе генерыраваць электрамагнітныя хвалі з частатой да 10^{12} Гц. Для генерацыі выпраменьванняў з частатой вышэй за 10^{12} Гц выкарыстоўваюць выпраменьванне атамаў. Верхняя мяжа частот, якія могуць генерыраваць атамныя сістэмы, роўна 10^{30} Гц.

Выпраменьванні больш высокіх частот (гама-выпраменьванне) выпраменьваюцца атамнымі ядрамі.

Класіфікацыя электрамагнітных хваль у залежнасці ад частот (даўжынь хваль) дадзена ў табліцы 7.



Мал. 76. Шкала электрамагнітных хваль

Табліца 7. Класіфікацыя электрамагнітных хваль

Віды выпраменьвання	Інтэрвал частот, Гц; (даўжынь хваль (вакуум), м)	Крыніцы выпраменьвання	Прыёмнікі выпраменьвання (выкарыстанне)
Нізкачастотныя хвалі	$< 3 \cdot 10^3$ ($> 1 \cdot 10^5$)	Генератары пераменнага току, электрычныя машыны	Перадача электрычнай энергіі, апрацоўка металаў
Радыёхвалі	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^9$ ($1 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^{-1}$)	Вагальныя контуры, вібратары Герца	Вагальныя контуры электрычных ланцугоў, сувязь і навігацыя
Мікрахвалі	$3 \cdot 10^9 - 1 \cdot 10^{12}$ ($1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{-4}$)	Мазеры, паўправадніковыя прылады	Ваганні малекул, гатаванне ежы, награванне
Інфрачырвоное выпраменьванне	$1 \cdot 10^{12} - 4 \cdot 10^{14}$ ($1 \cdot 10^{-4} - 7 \cdot 10^{-7}$)	Сонца, электралампы, лазеры, касмічнае выпраменьванне	Скура чалавека, сушка, цеплавое фотакапіраванне
Бачнае выпраменьванне	$4 \cdot 10^{14} - 8 \cdot 10^{14}$ ($7 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$)	Сонца, электралампы, лазеры, святлодыёды	Вока чалавека
Ультрафіялетавае выпраменьванне	$8 \cdot 10^{14} - 1 \cdot 10^{16}$ ($4 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-8}$)	Сонца, касмічнае выпраменьванне, лазеры, электралампы	Скура чалавека (загар, лячэнне захворванняў скуры), знішчэнне бактэрый, сігналізацыя
Рэнтгенаўскае выпраменьванне	$1 \cdot 10^{16} - 3 \cdot 10^{20}$ ($3 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-10}$)	Бэтатроны, сонечная карона, нябесныя целы, рэнтгенаўскія трубка	Іянізацыя, лічылнік Гейгера — Мюлера, рэнтгенаграфія, радыялогія, выяўленне падробак твораў мастацтва

Працяг

Віды выпраменьвання	Інтэрвал частот, Гц; (даўжынь хваль (вакуум), м)	Крыніцы выпраменьвання	Прыёмнікі выпраменьвання (выкарыстанне)
Гама-выпраменьванне	$3 \cdot 10^{18} - 3 \cdot 10^{29}$ ($1 \cdot 10^{-10} - 1 \cdot 10^{-21}$)	Касмічнае выпраменьванне, радыеактыўныя распады, бэтатрон, цыклатрон	Стэрылізацыя, медыцына, лячэнне раку

У цяперашні час электрамагнітныя хвалі знаходзяць шырокае прымяненне ў навуцы і тэхніцы, у такіх працэсах і з'явах як:

- плаўленне і загартоўка металаў у электратэхнічнай прамысловасці, выраб пастаянных магнітаў (*нізкачастотныя хвалі*);
- тэлебачанне, радыёсувязь, радыёлакацыя (*радыёхвалі*);
- мабільная сувязь, радыёлакацыя (*мікрахвалі*);
- зварка, рэзка, плаўленне металаў лазерамі, прыборы начнога бачання (*інфрачырвоае выпраменьванне*);
- асвятленне, галаграфія, лазеры (*бачнае выпраменьванне*);
- люмінесцэнцыя ў газаразрадных лямпах, лазеры (*ультрафіялетавае выпраменьванне*);
- рэнтгенатэрапія, рэнтгенаструктурны аналіз, лазеры (*рэнтгенаўскае выпраменьванне*);
- дэфектаскапія, дыягностыка і тэрапія ў медыцыне, даследаванне ўнутранай структуры атамаў, ваенная справа (*гама-выпраменьванне*).

► 7 мая 1895 г. рускі вучоны Аляксандр Сцяпанавіч Папоў на паседжанні Рускага фізіка-хімічнага грамадства ў Санкт-Пецярбургу паведаміў аб магчымасці прыёму электрамагнітных сігналаў на адлегласці. А ўжо 18 снежня 1897 г. ён перадаў на адлегласць 250 м першую ў свеце радыёграму з двух слоў «Heinrich Hertz» (Генрых Герц) у гонар першага ў свеце чалавека, які выявіў электрамагнітныя хвалі.



У 1901 г. італьянскі інжынер Г. Марконі ўпершыню ажыццявіў радыёсувязь праз Атлантычны акіян. У 1909 г. ён атрымаў Нобелеўскую прэмію па фізіцы за развіццё радыётэхнікі і распаўсюджванне радыё як сродку сувязі.

1. Што з'яўляецца крыніцай вярховага электрычнага поля?

2. Чым адрозніваецца вярховае электрычнае поле ад: а) магнітнага; б) электростатычнага?

3. Што называецца электрамагнітнай хваляй?
4. Пералічыце асноўныя інтэрвалы частот (даўжынь хваль), якія адпавядаюць розным тыпам электрамагнітных хваль.
5. Чым электрамагнітныя хвалі адрозніваюцца ад механічных?
6. Прывядзіце прыклады прымянення электрамагнітных хваль розных частот.

Прыклад рашэння задачы

Радыёпрыёмнік настроены на радыёстанцыю, якая працуе на даўжыні хвалі $\lambda_1 = 25$ м. У колькі разоў n неабходна змяніць ёмістасць прыёмнага вагальнага контуру радыёпрыёмніка, каб настроіць яго на даўжыню хвалі $\lambda_2 = 31$ м?

Дадзена: $\lambda_1 = 25$ м $\lambda_2 = 31$ м <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $n = ?$	Рашэнне Даўжыня хвалі вызначаецца па формуле: $\lambda = cT,$ дзе $c = 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.
--	--

Па формуле Томсана:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Тады для дзвюх даўжынь хваль можам запісаць:

$$\lambda_1 = c2\pi\sqrt{LC_1},$$

$$\lambda_2 = c2\pi\sqrt{LC_2}.$$

Падзяліўшы другое ўраўненне на першае, атрымаем:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}.$$

Адкуль

$$n = \frac{C_2}{C_1} = \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^2; \quad n = \left(\frac{31}{25}\right)^2 = 1,5.$$

Адказ: $n = 1,5$.

Практыкаванне 9

1. Радыёпрыёмнік прымае передачу на хвалі даўжынёй $\lambda = 15$ м. Вызначыце перыяд T і частату ν ваганняў току ў вагальным контуры прыёмніка.

2. Разлічыце адлегласць l да аб'екта, калі адбіты ад яго радыёсігнал вярнуўся праз прамежак часу $\tau = 3,0$ мкс.
3. Адпраўлены на Венеру радыёсігнал быў прыняты на Зямлі праз прамежак часу $\tau_1 = 4,5$ мін, а на Марс — праз прамежак часу $\tau_2 = 3,5$ мін. Вызначыце па гэтых даных адлегласці ад Зямлі да Венеры і ад Зямлі да Марса.
4. Вызначыце колькасць N даўжынь хваль монахраматычнага выпраменьвання частатой $\nu = 150$ ГГц, якое змяшчаецца на адрэзку даўжынёй $l = 15$ м.
5. Вызначыце даўжыню хвалі λ_1 , на якую настроены радыёпрыёмнік, калі напружанне ў прыёмным контуры змяняецца па законе: $U(t) = 200 \cos(2 \cdot 10^4 \pi t)$ (В). Вызначыце таксама даўжыню хвалі λ_2 , якая выпраменьваецца перадачыкам, калі сіла току ў яго вагальным контуры змяняецца па законе $I = 0,400 \cos(6\pi \cdot 10^6 t)$ (А).
6. Вызначыце даўжыню хвалі λ , на якую настроены радыёпрыёмнік, калі яго вагальны контур змяшчае кандэнсатар ёмістасцю $C = 4,0$ нФ і шпулю індуктыўнасцю $L = 4,0$ мГн.
7. Ёмістасць пераменнага кандэнсатара вагальнага контуру змяняецца ад велічыні C да $64C$. Калі ёмістасць кандэнсатара роўна $8C$, то контур настроены на даўжыню хвалі $\lambda = 36$ м. Вызначыце дыяпазон $\Delta\lambda$ даўжынь хваль, якія прымае радыёпрыёмнік з даздыным контурам.
8. Вызначыце адлегласць d_2 паміж абкладкамі плоскага паветранага кандэнсатара, каб вагальны контур прыёмніка быў настроены на даўжыню хвалі $\lambda_2 = 120$ м, калі пры адлегласці паміж імі $d_1 = 3,6$ мм прыёмнік настроены на даўжыню хвалі $\lambda_1 = 150$ м.

§ 13. Дзеянне электрамагнітнага выпраменьвання на жывыя арганізмы

- Нягледзячы на тое, што ўсе электрамагнітныя хвалі маюць аднолькавую прыроду, іх уласцівасці ў залежнасці ад даўжыні хвалі істотна змяняюцца. Дастаткова заўважыць, што дзякуючы бачнаму выпраменьванню мы можам атрымаваць асалоду ад усіх фарбаў навакольнага свету. Іншымі словамі, працэс гледжання становіцца магчымым дзякуючы існаванню электрамагнітных хваль пэўнага дыяпазону. Гэтыя ж хвалі з іншага дыяпазону могуць сагрэць, а могуць і таіць смяротную небяспеку. Ад чаго залежаць уласцівасці электрамагнітных хваль? Як чалавек выкарыстоўвае іх асаблівасці? Ці трэба асцерагацца электрамагнітнага выпраменьвання?

Уся навакольная прастора прасякнута рознымі электрамагнітнымі выпраменьваннямі і палямі.



Мал. 77. Асноўныя крыніцы электрамагнітнага поля

Існуюць натуральныя і тэхнагенныя крыніцы электрамагнітных палёў. Натуральнымі крыніцамі электрамагнітных палёў з'яўляюцца: радыёвыпраменьванне Сонца і галактык, электрычнае і магнітнае палі Зямлі, атмасферная электрычнасць.

Бурнае развіццё навукі і тэхнікі ў XX ст. прывяло да стварэння крыніц тэхнагенных электрамагнітных палёў. Былі распрацаваны генератары электрамагнітных палёў, якія шырока выкарыстоўваюцца ў прамысловасці, сувязі, ваеннай тэхніцы, радыёнавігацыі, ахове здароўя, быце. Асноўнымі крыніцамі электрамагнітнага выпраменьвання з'яўляюцца лініі электраперадач, сетка электразабеспячэння, тэле- і радыёстанцыі, спадарожнікаявая і сотавая сувязь, радары, персанальныя камп'ютары (мал. 77).

Электрамагнітныя выпраменьванні могуць аказваць як дадатны, так і адмоўны ўплыў на жывыя арганізмы.

Разгледзім спачатку дадатнае ўздзеянне розных дыяпазонаў электрамагнітнага выпраменьвання.

Інфрачырвонае (цеплавое) выпраменьванне адыгрывае галоўную ролю ў падтрыманні жыцця на Зямлі, паколькі людзі, жывёлы і расліны могуць існаваць і нармальна функцыянаваць толькі пры пэўных тэмпературах. Гэта выпраменьванне шырока выкарыстоўваецца супрацоўнікамі МНС для знаходжання людзей у задымленых памяшканнях з дапамогай адмысловых інфрачырвоных прыбораў. Яно таксама дапамагае вучоным вывучаць паходжанне і эвалюцыю нашага Сусвету.

Бачнае святло дае людзям інфармацыю аб навакольным свеце і магчымасць арыентавацца ў прасторы. Яно неабходна таксама для ажыццяўлення працэсу фотасінтэзу ў раслінах, у выніку чаго паглынаецца вуглякіслы газ і вылучаецца кісларод, патрэбны для дыхання жывых арганізмаў.

Прымяненне **ультрафіялетавага выпраменьвання** абумоўлена яго галоўнымі ўласцівасцямі: высокай хімічнай актыўнасцю, бактэрыцыдным дзеяннем. Так, напрыклад, ультрафіялетавыя лампы здольны

забіваць бактэрыі і мікраарганізмы, таму «кварцавыя» лямпы шырока выкарыстоўваюцца для дэзінфекцыі паветра ў месцах масавага збору людзей: бальніцах, навучальных установах, вакзалах, метро.

Умераныя дозы ультрафіялетавага выпраменьвання (Сонца ці адмысловых лямпаў, напрыклад, у салярыях) спрыяюць утварэнню ў нашай скуры вітаміна D, а таксама іншых рэчываў, якія ўплываюць на тонус і жыццядзейнасць арганізма.

Рэнтгенаўскае выпраменьванне знаходзіць шырокае прымяненне ў медыцыне — флюараграфічнае абследаванне ці рэнтгенаўскі здымак, напэўна, рабілі кожнаму з вас. Пры праходжанні рэнтгенаўскага выпраменьвання праз тканкі і органы чалавека ці жывёл на фотастужцы або экране фіксуюцца розныя (па ступені зацяжнення) цені ў залежнасці ад шчыльнасці тканак. Выкарыстанне рэнтгенаўскага выпраменьвання пры лячэнні рака заснавана на тым, што яно забівае ракавыя клеткі.

Гама-выпраменьванне ўяўляе сабой самы шырокі дыяпазон электрамагнітнага спектру, паколькі ён не абмежаваны з боку высокіх энергій. Гэта выпраменьванне лёгка разбурае малекулы, у тым ліку і біялагічныя, але, на шчасце, не праходзіць праз атмасферу.

Шырокае выкарыстанне электрамагнітных прыбораў суправаджаецца нарастальным электрамагнітным забруджваннем навакольнага асяроддзя, што стварае пагрозу здароўю насельніцтва.

Асноўны ўплыў на здароўе чалавека аказваюць такія фактары электрамагнітнага выпраменьвання, як:

- інтэнсіўнасць;
- частата;
- рэжым апраменьвання (бесперапынны, перарывісты, імпульсны);
- працягласць уздзеяння;
- плошча ўздзеяння (мясцовае ці агульнае).

Праяўляюцца гэта ўздзеянне можа ў рознай форме — ад малаважных змен у некаторых сістэмах арганізма да сур'ёзных парушэнняў.

Раней за іншых на электрамагнітныя хвалі рэагуе нервовая сістэма. Абследаванне вялікай колькасці пацыентаў дазволіла выявіць залежнасць функцыянальнага расстройтва цэнтральнай нервовай сістэмы (магнітнай, або радыёхвалевай хваробы) ад дозы электрамагнітнага выпраменьвання.

У бытавых прыборах, прамысловасці, радыёлакацыі шырока выкарыстоўваецца **мікрахвалевае выпраменьванне** (даўжыні хваль ад 1 мм да 1 м) (табл. 8).

Табліца 8. Перавышэнне дапушчальных норм электрамагнітнага выпраменьвання ў розных бытавых прыборах

Крыніца ЭМВ	Паказчыкі выпраменьвання, мкТл	Перавышэнне, разоў
Камп'ютар	1—100	5—500
Халадзільнік	1	5
Кававарка	10	50
Печка ЗВЧ	8—100	40—500
Фен і электрабрытва	15—17	75—85
Провад ад лампы	0,7	3,5
Трамвай, тралейбус	150	750
Метро	300	1500
Сотавы тэлефон	40	200

Адрозніваюць яго цеплае і біялагічнае ўздзеянне.

Цеплае ўздзеянне з'яўляецца вынікам паглынання энергіі выпраменьвання. Чым вышэйшая напружанасць поля і большы час яго ўздзеяння, тым мацней праяўляецца цеплае ўздзеянне. Пры інтэнсіўнасці энергіі, большай за *цеплавы парог* ($I = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$), у арганізме пачынаюцца неабарачальныя працэсы, паколькі ён не спраўляецца з адводам цеплаты і тэмпература цела павялічваецца.



Мал. 78. Біялагічнае дзеянне электрамагнітных палёў

Біялагічнае дзеянне праяўляецца ў аслабленні біялагічнай актыўнасці бялковых структур, парушэнні сардэчна-судзістай сістэмы і абмену рэчываў (мал. 78). Гэта ўздзеянне праяўляецца пры інтэнсіўнасці электрамагнітнага поля, меншай за *цеплавы парог*.

Уздзеянне мікрахвалевага выпраменьвання асабліва шкоднае для вачэй, мозга, нырак, страўніка, жоўцевага і мачаво-

га пузыроў — органаў, у якіх тканкі маюць слабаразвітую сасудзістую сістэму ці недастатковы кровазварот. Напрыклад, апраменьванне вачэй можа прывесці да памутнення хрусталіка (катаракты) і апёку рагавіцы.

Інфрачырвоае (цёплае) выпраменьванне, паглынаючыся тканкамі, выклікае цёплавы эффект. Гэта выпраменьванне найбольш пашкоджвае скурныя пакровы і вочы. Пры вострым пашкоджанні скуры магчымы апёкі, рэзкае расшырэнне капіляраў, узмацненне пігментацыі скуры. Пры хранічным апраменьванні з'яўляецца ўстойлівае змяненне пігментацыі, чырвоны колер твару, напрыклад у шкловыдзімальнікаў, сталявараў. Павышэнне тэмпературы цела пагаршае самаадчуванне чалавека, памяншае яго працаздольнасць.

Светлае выпраменьванне пры высокіх энергіях таксама небяспечна для скуры і вачэй. Пульсацыі яркага святла пагаршаюць зрок, памяншаюць працаздольнасць, уздзеінічаюць на нервовую сістэму.

Ультрафіялетавае выпраменьванне ў вялікай колькасці можа прывесці да апёкаў вачэй, нават да часовай ці поўнай страты зроку, вострага запалення скуры з пачырваненнем, часам з ацёкам і ўтварэннем пухіроў. Пры гэтым можа назірацца таксама павышэнне тэмпературы, дрыжыкі, галаўны боль.

Уздзеянне **лазернага выпраменьвання** на чалавека залежыць ад інтэнсіўнасці выпраменьвання, даўжыні хвалі (інфрачырвонага, бачнага ці ультрафіялетавага дыяпазону), характару выпраменьвання (бесперапыннае ці імпульснае), часу ўздзеяння.

Занадта вялікія дозы ці частыя абследаванні з дапамогай *рэнтгенаўскіх прамянёў* могуць выклікаць сур'ёзныя захворванні.

▶ Знак, які папярэджвае аб дзеянні небяспечнага электрамагнітнага выпраменьвання паказаны на малюнку 79. Для вызначэння інтэнсіўнасці электрамагнітнага выпраменьвання выкарыстоўваецца спецыяльны прыбор — флюксметр. Бяспечным электрамагнітным выпраменьваннем лічыцца выпраменьванне з паказчыкам 0,2—0,3 мкТл.



Мал. 79. Знак «Небяспечнае электрамагнітнае выпраменьванне»



1. Назавіце асноўныя крыніцы электрамагнітнага выпраменьвання.
2. Якія асноўныя дзеянні на жывыя арганізмы аказвае ЗВЧ выпраменьванне?
3. Якое электрамагнітнае выпраменьванне здольна знішчаць бактэрыі і мікраарганізмы?

4. Ад якіх характарыстык электрамагнітнага выпраменьвання залежыць яго ўплыў на здароўе чалавека?
5. Які прыбор выкарыстоўваецца для вызначэння ўзроўню ЭМВ?
6. Чаму флюараграфію варта праводзіць не часцей за адзін раз у год?
7. Які тып ЭМВ найбольш небяспечны для здароўя чалавека?

САМАЕ ВАЖНАЕ Ў РАЗДЗЕЛЕ 2

Ідэальным вагальным контурам або **LC-контурам** называецца электрычны ланцуг, які складаецца з кандэнсатара і шпулі індуктыўнасці.

Перыяд электрамагнітных ваганняў у ідэальным вагальным контуры вызначаецца **формулай Томсана**:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Поўная энергія ідэальнага LC-контуру, роўная суме энергій электрычнага поля кандэнсатара і магнітнага поля шпулі, захоўваецца:

$$W = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{q^2(t)}{2C} + \frac{LI^2(t)}{2} = \text{const.}$$



Трансфарматар — прылада, якая пераўтварае пераменны ток аднаго напружання ў пераменны ток той жа частаты, але іншага напружання. Прынцып дзеяння трансфарматара заснаваны на з'яве электрамагнітнай індукцыі.

Тып трансфарматара вызначаецца **каэфіцыентам трансфармацыі**, роўным адносіне ліку віткоў першаснай абмоткі да ліку віткоў другаснай абмоткі трансфарматара:

$$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}.$$

Калі $k > 1$, то трансфарматар паніжаючы, калі $k < 1$ — павышаючы.

Сукупнасць звязаных аднаго з адным электрычнага і магнітнага паляў, якія змяняюцца, называюць **электрамагнітным полем**.

Электрамагнітнымі хвалямі называецца пераменнае электрамагнітнае поле, якое распаўсюджваецца ў прасторы.

Электрамагнітныя хвалі з'яўляюцца папярочнымі, паколькі ваганні напружанасці \vec{E} і індукцыі \vec{B} адбываюцца ў плоскасці, перпендыкулярнай да напрамку распаўсюджвання хвалі.

Скорасць распаўсюджвання электрамагнітных хваль у вакууме роўна скорасці распаўсюджвання святла:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}.$$

Заданні для самастойных даследаванняў

1. Падрыхтуйце інтэрактыўную прэзентацыю (флаер, плакат, рэферат) аб дзейнасці выдатных фізікаў (У. Томсан (Кельвін), М. Фарадэй, Д. Максвел, Г. Герц).

2. Падрыхтуйце даклад на тэму «Дзеянне электрамагнітнага выпраменьвання ад розных бытавых прыбораў на чалавека».

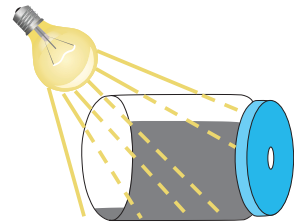
3. Падрыхтуйце рэфераты на тэмы: «Пераменны ток вакол нас», «Супрацьстаянне Тэслы і Эдысана: АС/DC», «Як мы адчуваем электрамагнітныя хвалі?».

4. Пры падключэнні да сеткі пераменнага току трансфарматар пачынае характэрна «гудзец». Выкарыстаўшы школьную мадэль трансфарматара (мал. 80), даследуйце характарыстыкі гэтага гуку. Вызначыце частату гэтага гудзення, а таксама ацаніце гучнасць гуку ў розных рэжымах працы трансфарматара.



Мал. 80

5. Пакрыўце чорнай фарбай палову ўнутранай паверхні слоіка і зрабіце адтуліну ў яго накрыўцы (мал. 81). Калі асвятліць чорную сценку слоіка лямпай напальвання, якая працуе на пераменным току, то можна пачуць выразны гук. Раствлумачце назіраемую з'яву. Вылічыце частату гуку і эксперыментальна вызначыце, як уплываюць на яго гучнасць такія параметры, як магутнасць лямпы, адлегласць да слоіка, памеры слоіка.



Мал. 81

