

# FIZIKA 3

Za srednje šole

vprašanja in odgovori

Učni pripomoček vsebuje 90 vprašanj z odgovori,  
sestavljeno po knjigi Fizika 3 za srednje šole,  
prof. Rudolfa Kladnika.

**ELEKTRIČNO POLJE**

---

1.) Kako električno nabijemo telesa? (naelektrenje) Kateri so osnovni nosilci električnega naboja in njihov naboj? S katerim podatkom iz kemije povemo število elektronov v atomu? Razlika med izolatorji in prevodniki? Kdaj je med nabojema privlačna sila, kdaj odbojna?

Telesa naelektrimo z medsebojnim drgnjenjem dveh teles iz različnih snovi. V enem telesu se nabere višek negativne, v drugem pa pozitivne elektrine zaradi prehajanja elektrine med telesoma. Osnovni nosilci naboja v atomu so: negativni elektroni in pozitivni protoni. Imajo osnovni električni naboj  $\pm e_0$ . Vrsto število  $Z$  pove število elektronov v atomu elementa.

Izolatorji imajo vse elektrone vezane, prevodniki pa imajo proste elektrone, ki omogočajo pretok elektrine – električni tok  $I$ . Med nabojema istega predznaka je sila odbojna, med različnima nabojema pa je sila privlačna.

$I = \Delta Q / \Delta t$  (A)      električni tok kot pretok elektrine v časovni enoti

$\Delta Q$  - pretok elektrine (C = As);  $\Delta t$  – pretečen čas (s)

2.) Kakšna je enačba za silo med dvema točkastima nabojema? Kako se imenuje ta zakon? Naštej poimensko nastopajoče fizikalne veličine v Coulombovem zakonu in njihove merske enote.

$F = e_1 \cdot e_2 / 4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2$       Coulombov zakon za silo med točkastima nabojema  
 $e = n \cdot e_0$  (C)      naboj (je mnogokratnik osnovnega naboja elektrona  $e_0$ )

$F$  - sila (N);  $e_1, e_2$  - točkasta električna naboja (C=As);  $r$  - razdalja med nabojema (m);  
 $\epsilon_0$  – influenčna konstanta;  $n$  – število elektronov;  $e_0$  – osnovni el. naboj elektrona (C)

3.) Kako določiš silo več točkastih nabojev na izbran naboj?

Z vektorskim seštevanjem posameznih sil, upošteva predznak naboja.

4.) Kaj je električno polje in kaj so silnice električnega polja? Kako definiramo jakost električnega polja z enačbo za silo?

Električno polje je prostor, kjer na električni naboj deluje električna sila. Silnice so črte, ki kažejo smer in jakost sile. Silnice kažejo tudi smer in jakost električnega polja, oziroma smer sile na pozitivni naboj. Jakost električnega polja definiramo s silo, s katero polje deluje na enoto naboja. Je merilo električne sile na naboj.

$F = e \cdot E$  (N)      sila na elektino kot merilo jakosti električnega polja  $E$

$F$  - sila (N);  $e$  – naboj (C);  $E$  (V/m) - jakost električnega polja (električna poljska jakost)

5.) Kako definiramo jakost električnega polja  $E$  v okolici točkaste elektrine  $e$ ? Ali enačba velja tudi za kroglo? Kakšno je polje znotraj krogle ali vodnika?

$E = e / 4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2$  (V/m)      jakost električnega polja okoli točkastega naboja

$E$  - jakost električnega polja (V/m);  $e$  – električni naboj (C);  $r$ -razdalja od točkastega naboja (m);  
 $\epsilon_0$  – influenčna konstanta (C/Vm)

Enačba velja tudi za kroglo, če si predstavljamo elektrino kroglo zbrano v središču krogle.  
 Znotraj krogle ali vodnika ni polja,  $E=0$ .

6.) Kakšno je homogeno električno polje? Kakšne so silnice v homogenem električnem polju?

Pri homogenem električnem polju so silnice vzporedne, gostota silnic je enakomerna po celem prostoru.  $E$  je enaka po smeri in velikosti v celem prostoru.

7.) Kako dobimo skupno celotno jakost električnih polj večih elektrin? Kakšna je smer silnic  $E$ ?

Določimo vektorsko rezultanto vseh posameznih  $E$  v dani točki, upošteva smer silnic. Silnice izhajajo iz pozitivnih nabojev in se zaključujejo (ponikajo) v negativnem.

8.) Kaj nam pove gostota silnic električnega polja?

Gostota silnic pove jakost električnega polja  $E$ . Večja gostota pomeni večjo jakost  $E$ .

9.) Kaj je elektrostatska indukcija ali influenza?

To je pojav, da električno naelektreno telo povzroči premik elektrine v bližnjem prevodniku. Prevodnik se polazira tako, da bližnji del prevodnika dobi nasprotno polariteto od naelektrenega telesa, oddaljen del prevodnika pa enako.

10.) Kaj je ploskovna gostota naboja  $\sigma$ ? Zapiši enačbo? Zapiši enačbo za električno poljsko jakost  $E$  med dvema vzporednima ravnima naelektrenima ploščama. Zapiši enačbo za  $E$  okoli ene ravne naelektrene plošče. Kakšna je razlika v obliki polja in porazdelitvi elektrine?

$$\begin{aligned}\sigma &= e / S \quad (\text{C/m}^2) \quad \text{ploskovna gostota naboja} \\ E &= \sigma / \epsilon_0 \quad (\text{V/m}) \quad E \text{ med dvema el. nabitima ravnima ploskvama} \\ E &= \sigma / 2 \cdot \epsilon_0 \quad (\text{V/m}) \quad E \text{ okoli ene el. nabite ravne ploskve}\end{aligned}$$

$\sigma$  (C/m<sup>2</sup>) – ploskovna gostota naboja;  $E$  (V/m) – električna poljska jakost;  $\epsilon_0$  (C/Vm)– influenčna konstanta

Eno ravno ploskev si lahko zamislimo, da je med dvema drugima, .... Ploskovna gostota naboja pa se razdeli na obe strani, prav tako je  $E$  na obeh straneh. Pri dveh vzporednih ploščah pa se celotna ploskovna gostota naboja porazdeli samo na notranji strani obeh plošč...

11) Kaj se zgodi s prevodnikom v električnem polju?

Zaradi influence se prevodnik polarizira negativno kjer polje vstopa, pozitivno pa kjer izstopa. V notranjosti vodnika velja  $E=0$ , ker se notranje in zunanje polje izničita. Na tem temelji elektrostatska zaščita s Faraday-evo kletko....

12.) Kaj se zgodi z izolatorjem v električnem polju?

Snov se v električnem polju polarizira in električno polje v izolatorju oslabi. Za kovine velja, da je dielektričnost blizu neskončni vrednosti.

13.) Kaj se zgodi z dielektrikom v električnem polju? Kakšna je razlika med izolatorji dielektiki?

Dielektrik ima za razliko od običajnih izolatorjev dipole, molekule ki so neurejeno usmerjene. Pri izolatorju pa dipoli nastopajo šele pod vplivom  $E$  in so vsi usmerjeni nasprotno zunanemu polju. Pri dielektiku je usmeritev dipolov pod vplivom  $E$  samo delna in odvisna od velikosti  $E$ . Zaradi naključne smeri dipolov v dielektiriku ta brez zunanjega  $E$  ne izkazuje naboja. (glej slike v knjigi)

14.) Zapiši enačbo za delo, ki ga opravi električni naboj na poti skozi električno polje. Zapiši veličine in enote.

$A = F \cdot s = F \cdot \cos \varphi \cdot s = F \cdot h = e \cdot E \cdot h$  (J) delo električne sile na naboj pri prehodu skozi električno polje  
 $F \cdot s \cdot \cos \varphi = h$  (m) komponenta sile v smeri poti

$A$  – delo ( $Ws=J$ );  $F$ -električna sila na naboj (N);  $s$  – pot (m);  $e$ -naboj ( $C=As$ );  $\varphi$  – kot med smerjo poti in smerjo sile ( $^\circ$ )

15.) Zapiši enačbo za delo el. naboja z električno napetostjo pri poljubnem (poševnem) prehodu naboja skozi električno polje.-razloži.

$A = e \cdot U$  (J) delo električne sile na naboj pri prehodu skozi električno polje  
 $U = E \cdot h$  (V) napetost med dvema točkama el. polja  
 $E = U / h$  (V/m) električna poljska jakost

$A$  – delo (J);  $E$  - električna poljska jakost (V/m);  $U$ -napetost med dvema točkama električnega polja (V);  $h$  – razdalja med dvema točkama električnega polja v smeri silnic (m)

16.) Zapiši enačbo za delo naboja pri prehodu skozi električno polje s pomočjo potencialne električne energije in električnim potencialom. Izrazi napetost z električnim potencialom.

$A = We_1 - We_2 = e \cdot V_1 - e \cdot V_2 = e \cdot (V_1 - V_2) = e \cdot U$  (J) delo kot razlika dveh el. potencialnih energij  
 $U = V_1 - V_2$  (V) napetost kot razlika dveh potencialov

$A$  (J) – delo naboja;  $We$  ( $J=Ws$ ) – električna potencialna energija;  $U$  (V) - napetost ali potencialna razlika dveh točk (1, 2) el. polja;  $V$  (V)- električni potencial v točki električnega polja

17.) Kako se spreminja potencial v različnih smereh električnega polja? Kaj so ekvipotencialne ploskve?

Električni potencial pada v smeri silnic. V smeri pravokotno na silnice se električni potencial ne spreminja. Ekvipotencialne ploskve so ploskve, ki povezujejo sosednje točke z istim potencialom in jih silnice  $E$  polja prebadajo pravokotno.

18.) Kaj je kondenzator? Kako je zgrajen? Zapiši kapacitivnost z nabojem in napetostjo. Zapiši geometrijsko – snovno enačbo kapacitivnosti.

Kondenzator je naprava ali električni element za shranjevanje električnega naboja. Sestavljen je iz dveh plosč, med njima je dielektrik.

$C = e / U$  (F) kapacitivnost kot električna veličina

$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S / d$  (F) kapacitivnost kot snovno – geometrijska lastnost

$C$  - kapacitivnost ( $1F=1C/V$ );  $\epsilon_0$  – influenčna konstanta ( $As/Vm$ );  $\epsilon$  – dielektričnost izolatorja;  $S$  - površina plošč ( $m^2$ );  $d$  – razdalja med ploščama (m)

19) Kako izračunamo nadomestno kapacitivnost vsoporedne vezave kondenzatorjev  $C$ ? Kaj je enako in kaj je različno na paralelno vezanih  $C$ ?

$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$  (F) nadomestna kapacitivnost vzporedne vezave kondenzatorjev

Na vseh paralelnih  $C$  je enaka napetost  $U$ , naboji pa se porazdelijo skladno z enačbo  $e = C \cdot U$ .

20.) Kako izračunamo nadomestno kapacitivnost serijske vezave kondenzatorjev? Kaj je enako in kaj je različno na serijsko vezanih  $C$ ?

$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots$  (F) nadomestna kapacitivnost zaporedne vezave kondenzatorjev

Na vseh serijsko vezanih  $C$  je enak naboj  $e$ , napetost vira pa se porazdeli skladno z enačbo  $U = e / C$ .

21.) Zapiši skupni električni naboj paralelnih  $C$  in skupno napetost serijskih  $C$

$e_p = e_1 + e_2 + e_3 + \dots$  (As) skupni električni naboj paralelnih  $C$

$U_s = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$  (V) skupna napetost serijskih  $C$

22.) Zapiši in razloži enačbo za gibanje električno nabitih delcev v električnem polju. S pomočjo enačbe razloži /definiraj enoto elektronvolt (eV).

$e \cdot U = \Delta W_k = m \cdot v_1^2 / 2 - m \cdot v_2^2 / 2$  (J) delo el. delca v el polju kot razlika kinetičnih energij

$e$  (C) – naboj el. delca;  $U$  (V) – napetost el. polja med dvema točkama na poti delca;  $\Delta W_k$  (J) – sprememba kinetične energije;  $m$  (kg) – masa delca;  $v_1, v_2$  (m/s) – hitrosti delca

Delo električne sile je enako razliki kinetičnih energij delca.  $1eV = e_0 \cdot 1V$  - elektron volt. Elektron volt je delo delca z osnovnim nabojem  $e_0$ , ki preleti napetost 1V.

1

23.) Zapiši enačbe, ki jih rabimo za izračunavanje gibanja električnih delcev v električnem polju. Praviloma obravnavamo homogeno električno polje. Zakaj uporabljamo električno polje?

$a = F_e / m = e \cdot E / m$  ( $m/s^2$ ) pospešek/pojemek el. delca v el. polju

$v = v_0 + a \cdot t$  (m/s) enačbe gibanja pospešenega delca

$h = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2$  (m)

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot h$  ( $m/s$ )<sup>2</sup>

$a$  - pospešek /pojemek električno nabitega delca v električnem polju ( $m/s^2$ ); (ponavadi imamo  $e_0$  in maso elektrona);  $F_e$  – električna sila polja na nabit delec (N);  $m$  – masa delca (kg)

Električno polje uporabljamo za pospeševanje in odklanjanje elektronov pri prehodu skozi električno polje.

24.) Kaj je katodna cev? Kako je zgrajena, zakaj jo rabimo?

To je vakuumaska steklena naprava z elektronskim topom (katodo), anodo s pozitivno U za pospeševanje elektronov, svetlečim zaslonom, ter odklonskimi ploščami za X in Y os. Zaslona sveti na mestu zadetka elektrona. Rabimo jo npr. za osciloskop.

### **ELEKTRIČNI TOK**

---

25.) Kaj je električni tok in kakšna je njegova enota? Enačba. Kako in kdaj teče električni tok? Katere učinke povzroča električni tok?

$I = \Delta e / \Delta t$  (A)      električni tok kot pretok naboja v času

e – količina elektrone (C); t – čas (s); I – električni tok (A)

Električni tok je gibanje prostih elektronov pod vplivom električnega polja v prevodni smeri. (prosti elektroni v kovinah, ioni v plinih). Električni tok teče, če je sklenjen tokokrog od pozitivnega pola električnega vira preko tokokroga k negativnemu polu vira napetosti. Električni tok lahko povzroča segrevanje, prenašanje snovi, pojav magnetnega polja.

26.) Zapiši Ohmov zakon.

$U = I \cdot R$  (V)      Ohmov zakon

U- napetost (V); I - tok (A), R - upornost ( $\Omega$ ) – električna upornost upornika / prevodnika.

27.) Enačba nadomestnega upora serijske vezave upornikov. Katera veličina je skupna pri serijski vezavi? Kakšna je skupna napetost na seriji upornikov?

$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$  ( $\Omega$ )      nadomestni upor serijske vezave upornikov  
 $U = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \dots = I \cdot R_s$  (V)      skupna napetost na serijski vezavi upornikov pri toku I (A).

Skozi serijo upornikov teče skupni tok I, ki povzroča padce napetosti  $I \cdot R$ . Skupna napetost U je vsota posameznih napetosti.

28.) Enačba nadomestnega upora paralelne vezave upornikov. Katera veličina je skupna pri paralelni vezavi? Kakšen je skupni tok skozi paralelno vezavo upornikov?

$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$  ( $1/\Omega = 1S$ )      nadomestna upornost paralelne vezave upornikov  
 $I = U/R_1 + U/R_2 + \dots = U/R_p$  (A)      skupni tok skozi paralelno vezavo upornikov

Na paralelni vezavi upornikov je skupna napetost U, ki povzroča v paralelnih vejah tokove  $I = U/R$ . Skupni tok skozi paralelno vezane upornike je vsota posameznih tokov. Prevodnost (S – Siemens)

29.) Kako izračunamo električno upornost žičnega upornika s snovno – geometrijsko enačbo?

$R = \xi \cdot d / S$  ( $\Omega$ )      upornost kot snovno – geometrijska lastnost

R – upornost upornika ( $\Omega$ ), d- dolžina vodnikov (m), S presek vodnika ( $m^2$ ),  $\xi$  – speifična upornost materiala iz katerega je upornik ( $\Omega m$ )

30.) Kako določimo električni upor prevodnika oziroma upornika z meritvijo? Katere vezave merjenja poznaš? Primerjaj vezave med sabo. Nariši vezave (glej knjiga. str. 68)

Izmerimo tok in napetost na uporniku in uporabimo Ohmov zakon za izračun  $R=U/I$ . Za velike upornosti vežemo V- m k serijski vezavi R in A-m, za majhne upornosti vežemo serijsko A-m k paralelni vezavi R in V-m. Tako nam ni treba upoštevati pogrešk, ki so zanemarljive. Uporovni mostič je občutljiv in zazna majhne spremembe upora.

31.) Kako povečamo ali razširimo merilno območje A-m in V-m ?

V-m zaporedno vežemo predupor, A- m pa paralelni upor / shunt. Vrednost upora izračunamo iz podatkov merilnega območja instrumenta, razširjenega merilnega območja in iz upornosti instrumenta (uporabimo zančni in vozliščni princip vezja).

32.) Zapiši enačbe za električno moč in delo električnega toka?

$$P = U \cdot I = U^2 / R = I^2 \cdot R \quad (W) \quad \text{električna moč na ohmskem upor}$$

$$Q = P \cdot \Delta t \quad (J=Ws) \quad \text{električno delo / Joulova toplota}$$

P– električna moč (W), Q– električno delo / Joulova toplota (Ws),  $\Delta t$  – čas trajanja (s)

33.) Kako prevajajo plini in zakaj zrak ni popolni izolator?

Plini so prevodni zaradi ionizacije, ki jo povzročajo razna sevanja in drugi pojavi. Zato tudi zrak ni popoln izolator in nabit zračni kondenzator se sčasoma sprazni.

34.) Opiši tokovno karakteristiko plinov? Glej tudi grafikon v knjigi.

Prvi del je linearen in se ravna po Ohmovem zakonu. Zanj je značilno, da obstaja zaloga ionov iz katere se povečuje tok, v drugem – ravnem delu se zaloga ionov porabi in teče tok, ki je možen glede na sprotno nastajanje novih ionov. To je področje zasičenja s tokom zasičenja. V tretjem delu pride do preboja in tok se močno poveča ter je neodvisen od izvora ionov. Preboj je plazovita ionizacija plina. Tok zasičenja imenujemo tudi nesamostojni tok, ali tiho rezelektrenje.

35.) Opiši značilnosti samostojnega toka v plinih?

Samostojni tok nastane, če je napetost dovolj visoka, da zaradi pospešenih ionov in elektronov prihaja do trkov, ki povzročajo nove ionizacije nevtrálnih molekul. Dobimo ioniziran plaz ali preboj. To se zgodi pri prebojni napetosti. Po preboju zadostuje znižana napetost za vzdrževanje plazovitega toka. Značilnost samostojnega toka je, da ga spremljajo segrevanje plina, sevanje svetlobe, ter kemične reakcije. Temu pojavu pravimo tudi tleče razelektrenje. Pojav uporabljamo za tlivke in druga hladna svetila ( fluorescentne ali neon žarnice). Ločimo vžigno in ugasno napetost (prekinitev ionizacije).

36.) Naštej električne pojave v ozračju in navedi zaščito.

V ozračju je električno polje z negativno polariteto zemlje. Pri povečanju električne poljske jakosti nad prebojno napetost zraka pride do udara električne strele, pred katero se ščitimo s strelovodi. V gorah se pojavlja tleče razelektrenje ali Elijev ogenj.- modrikaste barve,

## **MAGNETNO POLJE**

37.) Kaj je magnetno polje in kako ga ponazorimo? Kaj so magnetne silnice, kakšna je smer, kaj pomeni gostota silnic? Na kakšne načine dobimo magnetno polje? Kako deluje magnetna sila?

Magnetno polje je prostor kjer delujejo magnetne sile. Ponazorimo ga z magnetnimi silnicami in severnim ter južnim magnetnim polom. Silnice so sklenjene črte, ki kažejo smer magnetnic (magnetkov) v njihovi ravnovesni legi. Izhajajo iz severnega magnetnega pola in se zaključujejo v južnem magnetnem polu. Gostota magnetnih silnic je merilo za jakost magnetnega polja. Največja je v bližini obeh polov. Magnetno polje ustvarjajo bodisi trajni magneti, ali pa tok, ki teče po vodniku oziroma skozi tuljavo. V notranjosti dolge ravne tuljave imamo homogeno magnetno polje. S silo se medsebojno privlačita nasprotna pola dveh magnetov. Enakoimenska pola pa se odbijata.

38.) Kako določiš smer magnetne sile na gibajoči se električni delec (naboj) v magnetnem polju? Ali magnetna sila deluje tudi na mirujočo elektrino? Pri kateri smeri gibanja elektrine deluje magnetna sila in kdaj je nič? Razloži pravilo levega in desnega vijaka?

Smer magnetne sile določiš za gibajoči pozitivni naboj po pravilu desnega vijaka. Za gibajoči negativni naboj pa po pravilu levega vijaka. Na mirujočo elektrino magnetna sila ne deluje. Magnetna sila deluje na elektrino, če je njeno gibanje pravokotno (prečno) na smer magnetnih silnic. Če je gibanje elektrine vzdolž (v smeri) silnic je magnetna sila na naboj enaka nič. Pri pravilu desnega /levega vijaka smer sile določimo z najkrajšim zasukom vektorja hitrosti elektrine  $v$ , da se pokrije z vektorjem gostote magnetnega polja  $B$ . To je smer sukanja vijaka. Njegova aksialna smer pomika pa določa smer magnetne sile. Levi vijak ima obratno smer sukanja / ali osnega pomika.

39.) Zapiši enačbo, veličine in enote za določitev sile magnetnega polja na gibajočo elektrino.

$F_m = B \cdot e \cdot v$  (N)      skalarni zapis enačbe za magnetno silo na gibajočo elektrino  
 $F_m = e \cdot v \times B$  (N)      vektorski zapis enačbe za magnetno silo na gibajočo elektrino

$e$ (C) - električni naboj delca;  $B$ (T) - gostota magnetnega polja;  $1T = 10^4G$  (1Tesla =  $10^4$  Gaus);  
 $v$  (m/S) – hitrost elektrine;  $F_m$ (N)- magnetna sila na gibajoči električni delec.

40.) Kako se giblje električni delec, ki vstopi poševno v magnetno polje? Kje uporabljamo odklanjanje električnih delcev, ki se gibljejo skozi magnetno polje? Kako bi izračunal polmer vijačnice po kateri se giblje elektrina skozi magnetno polje? Kako to uporabiš pri masnem spektrometru?

Elektrina se v magnetnem polju giblje po vijačnici, ki ima os vspešno magnetnim silnicam. Magnetno odklanjanje električnih delcev uporabljamo v katodnih ceveh namesto električnega, v pospeševalnikih / akceleratorjih električnih delcev in v masnih spektrometrih. Pospeševalnik imenujemo tudi ciklotron. Zgradbo in delovanje pospeševalnika in spektrometra pogledaj v knjigi.

Izračun polmera vijačnice :

$F_m = m \cdot a_r$  (N)      magnetna sila povzroči odklon z radialnim pospeškom  $a_r$ .  
 $a_r = m \cdot v^2 / R$  (m/s<sup>2</sup>)      radialni pospešek  
 $e \cdot v \cdot B = m \cdot v^2 / R$  (N)      enačba kroženja (enakost centrifugalne in centripetalne sile)  
 $R = m \cdot v / e \cdot B$  (m)      polmer vijačnice

$e$ (C) - električni naboj delca;  $B$ (T) - gostota magnetnega polja;  $v$  (m/S) – hitrost elektrine;  $F_m$ (N) - magnetna sila na gibajoči električni delec;  $a_r$  (m/s<sup>2</sup>) - radialni pospešek;  $R$  (m) - polmer vijačnice.

Pri masnem spektrometru je polmer odklona po enačbi odvisen od mase ionov.

41.) Pri kakšnem medsebojnem položaju magnetnega polja in tokovodnika deluje magnetna sila na tokovodnik? Zapiši skalarno in vektorsko enačbo za silo.

Magnetna sila deluje na tokovodnik v magnetnem polju kadar je tokovodnik pravokoten na smer magnetnih silnic.

$F = I \cdot b \cdot B$  (N) skalarni zapis magnetne sile na tokovodnik

$F = I \cdot b \times B$  (N) vektorski zapis magnetne sile na tokovodnik

$F(N)$  -magnetna sila na odsek vodnika dolžine  $b$ ;  $b(m)$  - odsek vodnika, ki je pravokoten na  $B$ ;  
 $B(T)$  - gostota magnetnega polja;  $I(A)$  – tok skozi tokovodnik.

42.) Kakšno smer ima magnetna sila na tokovodnik? Kako določimo smer magnetne sile? Kdaj ni sile na tokovodnik?

Magnetna sila na tokovodnik je pravokotna na smer silnic in na tokovodnik. Smer sile določimo po pravilu desnega vijaka tako, da po krajši poti zasukamo smer toka v smer magnetnih silnic. Osni premik vijaka pri tem kaže smer sile. Na tokovodnik ni sile kadar leži vzdolž magnetnih silnic (vzporedno).

43.) Kaj je Hallov pojav in kako nastane? Kje ga uporabljamo?

To je pojav, da magnetna sila deluje na gibajoče elektrone v vodniku in jih premakne proti eni steni vodnika. Nastane prečno električno polje. Hallovo polje – napetost rabimo za merjenje gostote magnetnega polja  $B$ .

44.) Kako sta določena navor magnetne sile in magnetni moment tuljave? Kako določimo smer magnetnega momenta tuljave? Kako navor magnetne sile zasuka tuljavo v magnetnem polju?

$M = n \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin \varphi = p_m \cdot B \cdot \sin \varphi$  (Nm) navor magnetne sile  
 $p_m = n \cdot I \cdot S$  ( $Am^2$ ) magnetni moment tuljave

$M$  - navor magnetne sile(Nm):  $n$ -število ovojev tuljave;  $I$ - tok tuljave(A);  $S$ - presek tuljave ( $m^2$ ) ;  $\varphi$  - kot med vektorjema  $p_m$  in  $B$  ( $^\circ$ );  $p_m$  ( $Am^2$ ) - magnetni moment tuljave.

Smer magnetnega momenta tuljave  $p_m$  določimo po pravilu desnega vijaka, če zasukamo v smeri toka skozi ovoje tuljave.  $p_m$  ima smer osnega premika vijaka. Tuljava se zasuka tako, da imata magnetni moment tuljave  $p_m$  in magnetna gostota  $B$  isto smer. Uporabljamo pri elektromotorjih ter instrumentih.

45.) Kako računamo magnetno gostoto polja v notranjosti dolge tuljave?

$B = \mu_0 \cdot I \cdot n / b$  (T) gostota magnetnega polja v notranjosti dolge tuljave  
 $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  (Vs/Am) induksijska konstanta

$B$  - gostota magnetnega polja (T) ;  $I$  - tok (A);  $n$ -število ovojev ;  $b$  - dolžina tuljave (m) ;  
 $\mu_0$  - induksijska konstanta (Vs/Am);

46.) Kako je določeno polje v okolici dolgega ravnega vodnika?

$B = \mu_0 \cdot I / 2 \cdot \pi \cdot r$  (T) magnetna gostota v okolici dolgega ravnega vodnika

$B$  - gostota magnetnega polja (T);  $I$  - tok (A);  $r$ -pravokotna oddaljenost od vodnika (m);  
 $\mu_0$  - induksijska konstanta (Vs/Am)

47.) Izračun magnetne sile med vzporednimi vodniki. Kdaj se dva vodnika privlačita in kdaj odbijata? Kako določimo gostoto magnetnega polja večih vodnikov?

$F = I_2 \cdot b \cdot B_1 = (\mu_0 / 2 \cdot \pi) \cdot (b/a) \cdot I_1 \cdot I_2 \text{ (N)}$  izpeljana enačba sile med dvema vodnikoma

$F(N)$  - magnetna sila dveh vzporednih vodnikov dolžine  $b$ ;  $b(m)$  - dolžina vzporednih vodnikov,  $a(m)$  – medsebojna razdalja obeh vzporednih vodnikov;  $I_1, I_2 (A)$  – tokova vzporednih vodnikov;  $B_1, B_2 (T)$  - gostoti magnetnih polj obeh vodnikov;  $\mu_0$  - induksijska konstanta ( $Vs/Am$ )

Dva vzporedna vodnika se privlačita, če teče tok v isto smer in odbijata, če sta smeri tokov različni. Gostoto magnetnega polja večih vodnikov določimo z vektorsko vsoto posameznih gostot.

48.) Kako se spremeni gostota magnetnega polja  $B$ , če imamo namesto praznega prostora snov v magnetnem polju?

$B = \mu \cdot B_0 \text{ (T)}$  gostota magnetnega polja v snovi

$B$  - gostota magnetnega polja v snovi;  $B_0$  - gostota magnetnega polja v vakuumu;  $\mu$  - permeabilnost snovi.

49.) Katere vrste snovi poznaš glede na njihove vplive na magnetno polje?

Glede na permeabilnost snovi poznamo 4 vrste snovi (glej tudi knjigo):

$\mu = 1$  ..... vakum in večina snovi

$\mu < 1$  ..... diamagnetne snovi ( $H_2O$ , Hg, Cu,  $CO_2$ )

$\mu > 1$  ..... paramagnetne snovi (Al, Zn, Pt, W)

$\mu \gg 1$  ..... feromagnetne snovi (Fe, Co, N)

50.) Kako deluje nehomogeno magnetno polje na snov?

Paramagnetno in feromagnetno snov magnetna sila vleče v območje močnejšega polja, diamagnetno pa v smeri šibkejšega polja.

51.) Kako je določen magnetni pretok  $\Phi$  skozi ploskev površine  $S$ ? Kdaj je največji / najmanjši?

$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\varphi \text{ (Vs)}$  magnetni pretok skozi ploskev

$\Phi$  – magnetni pretok ( $1Vs = 1Wb$ );  $S$  - površina ploskve ( $m^2$ );  $B$  – gostota magnetnega polja (T);  $\varphi$  – kot med silnicami polja in normalo (pravokotnico) na ploskev ( $^\circ$ ).

Magnetni pretok je največji, če padajo silnice pravokotno na ploskev in najmanjši, če so silnice vzporedne ploskvi ( $\varphi=90$  stopinj;  $\cos\varphi=0$ ,  $\Phi=0$ )

## **MAGNETNA INDUKCIJA**

52.) Razloži zakaj nastane inducirana napetost  $U$  v vodniku, ki se premika v magnetnem polju? Kdaj je  $U$  največja? Napiši enačbo.

Inducirana napetost  $U$  je posledica magnetne sile na + in - elektrino, ki se premika skupaj z vodnikom. Magnetna sila potisne raznoimensko polarizirane delce na nasprotna konca vodnika in dobimo  $U$  zaradi raznoimenskega naboja obeh koncev vodnika. Inducirana napetost  $U$  je največja, če je vodnik pravokoten na silnice in če se giblje pravokotno na svojo vzdolžnico in silnice. Če se vodnik giblje v smeri svoje vzdolžnice ali v smeri silnic ni inducirane napetosti.

$U = v \cdot b \cdot B \text{ (V)}$  inducirana napetost v vodniku ki se premika v magnetnem polju

$U$  - inducirana napetost (V),  $b$  - dolžina vodnika v polju (m);  $v$  - hitrost premikanja vodnika (m/s);  
 $B$  - gostota magnetnega polja (T)

53.) Zapiši Faradayev zakon indukcije za sklenjeno zanko? Kakšno smer ima inducirana napetost v sklenjeni zanki?

$U_i = \Delta\Phi/\Delta t$  (V) Faradayev zakon indukcije v sklenjeni zanki

$U_i$  (V) -inducirana napetost po Faradayu,  $\Delta t$  (s) - časovni interval,  $\Delta\Phi$  (Vs/Wb) – sprememba magnetnega pretoka v zanki.

Inducirana napetost požene skozi sklenjeno zanko inducirani tok take smeri, da njegovo magnetno polje nasprotuje spremembi magnetnega pretoka  $\Phi$ , ki je povzročila inducirano napetost  $U_i$ . Inducirana napetost  $U_i$  nasprotuje vzroku svojega nastanka.

54.) Kaj so vrtnični tokovi in kje jih koristno rabimo?

Vrtnični tokovi so inducirani tokovi v obliki zank, ki nastajajo v kovinskih ploščah pri spremembi magnetnega pretoka  $\Phi$ . Rabimo jih za merjenje hitrosti vrtenja gredi. (Razlaga delovanja v knjigi).

55.) Na kakšni osnovi deluje magnetni zapis in branje informacij?

Pri zapisovanju zapisovalna glava magneti magnetni trak v ritmu informacije. Pri čitanju pa čitalna glava bere na osnovi inducirane napetosti, ki jo povzročajo magnetni deli na traku.

56.) Kako izračunamo induktivnost tuljave iz podatkov tuljave? Kako izračunamo inducirano napetost lastne indukcije? Kaj je posledica lastne indukcije?

$L = \mu \cdot \mu_0 \cdot S \cdot (n^2/b)$  (H) induktivnost tuljave kot snovno – geometrijska lastnost  
 $U_i = L \cdot \Delta I / \Delta t$  (V) inducirana napetost lastne indukcije

$L$  - induktivnost tuljave ( $H = Vs/A$ );  $\mu$  – permeabilnost,  $\mu_0$  - induksijska konstanta (Vs/Am),  
 $S$  - površina preseka tuljave ( $m^2$ ),  $n$  – število ovojjev tuljave,  $b$  dolžina tuljave (m);  $U_i$  – inducirana napetost (V).

Posledica lastne indukcije (ki nasprotuje vzroku svojega nastanka) je ta, da po priklopu toka na induktivnost tok ne naraste takoj ampak se asimptotično približuje končni vrednosti (prehodni pojavi.).

57.) Kako dobimo izmenično napetost sinusne oblike? Kako zapišemo trenutno vrednost in kako izračunamo amplitudo?

Izmenično sinusno mapetost dobimo z vrtenjem tuljave v magnetnem polju trajnega magneta.

$U_i = U_0 \cdot \sin(\omega \cdot t)$  (V) trenutna vrednost izmenične napetosti sinusne oblike  
 $U_0 = n \cdot S \cdot B \cdot \omega$  (V) amplituda izmenične sinusne napetosti  
 $\omega = 2 \cdot \pi \cdot \nu = 2 \cdot \pi \cdot 1/T$  ( $s^{-1}$ ) krožna frekvenca

$U_i$  – trenutna vrednost (V);  $U_0$  – amplituda (V);  $n$  - število ovojjev tuljave,  $S$  - presek tuljave ( $m^2$ ),  
 $\omega$  – krožna frekvenca ( $s^{-1}$ ),  $\nu$  – frekvenca ( $s^{-1}$ );  $T$  – perioda (s).

58.) Kakšna je povprečna električna moč  $P_p$ , besedno in z enačbo? Kakšna je efektivna vrednost toka  $I_{ef}$ , napetosti  $U_{ef}$  – enačba? Iz česa izhajata ti dve vrednosti?

Povprečna električna moč  $P_p$  je srednja / povprečna vrednost produkta izmeničnega toka in napetosti sinusne periodične oblike. Glede na obliko krivulje tega produkta je  $P_p$  kar polovica produkta amplitud - maksimalnih vrednosti  $U_0$  in  $I_0$ . Iz tega sta definirani efektivna vrednost toka  $I_{ef}$  in napetosti  $U_{ef}$  kot amplitudi toka / napetosti deljeno s korenom iz 2.

$$\begin{aligned} P_p &= U_0 \cdot I_0 / 2 & (W) & \text{povprečna električna moč iz amplitud / maksimumov} \\ P_p &= U_{ef} \cdot I_{ef} = (I_{ef})^2 \cdot R = (U_{ef})^2 / R & (W) & \text{povprečna električna moč iz efektivnih vrednosti} \\ U_{ef} &= U_0 / \sqrt{2} \text{ (V)}; \quad I_{ef} = I_0 / \sqrt{2} & (A) & \text{efektivna napetost in efektivni tok} \end{aligned}$$

$P_p$  (W) - povprečna električna moč;  $U_0$  (V) /  $I_0$  (A) – maksimalni vrednosti ali amplitudi napetosti / toka;  $R$  ( $\Omega$ ) – upornost porabnika;  $U_{ef}$  (V) /  $I_{ef}$  (A) - efektivna napetost in efektivni tok.

59.) Kako je sestavljen transformator? Kako sta definirani tokovna in napetostna prestava / razmerji?

Transformator je sestavljen iz železnega jedra, ter iz primarne in sekundarne tuljave (navitja).

Napetostna prestava :  $U_1/U_2 = n_1/n_2$ ;

Tokovna prestava:  $I_1/I_2 = n_2/n_1$

$U_1/U_2$  (V),  $I_1/I_2$  (A) – primarna/sekundarna napetost in tok;  $n_1$ ,  $n_2$  - število ovojev primar/sekundar

60.) Kako je sestavljen električni nihajni krog? Kaj se dogaja v nihajnem krogu? Kakšna je lastna frekvenca nihanja? Kolikšna je energija magnetnega in električnega polja?

Električni nihajni krog je sestavljen iz tuljave in kondenzatorja. Zaprt nihajni krog zaniha, če mu dodamo neko začetno energijo. Pri tem se prelija električna energija kondenzatorja v magnetno energijo tuljave in obratno. Nihajni krog niha s specifično lastno frekvenco  $\nu$ .

$$\begin{aligned} \nu &= 1 / 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C} & (1/s) & \text{lastna frekvenca nihanja nihajnega kroga} \\ W_{ep} &= C \cdot U^2 / 2 = e^2 / 2 \cdot C & (J) & \text{energija električnega polja kondenzatorja} \\ W_{mp} &= L \cdot I^2 / 2 & (J) & \text{energija magnetnega polja tuljave} \end{aligned}$$

$\nu$  - lastna frekvenca nihajnega kroga (1/s) ,  $W_{ep}$  - energija električnega polja v kondenzatorju (J) ,  $W_{mp}$  - energija magnetnega polja v tuljavi (J),  $e$  - električni naboj kondenzatorja ( $C=As$ );  $I$  - električni tok (A),  $C$ -kapacitivnost (F),  $L$  – induktivnost (H).

## ATOMIKA

---

61.) Naštej nekaj bistvenih podatkov o zgradbi atoma?

Atom je osnovni zidak elementov, sestavljen iz pozitivnega jedra in negativnega elektronskega plašča. Določa kemične in druge lastnosti elementov. Vrstno število  $Z$  pove število protonov / elektronov. Določa tudi položaj elementa v periodnem sistemu. Večina mase je v jedru, ki je desetisočkrat manjše od celotnega atoma. Vodik ima  $A$  približno 1.

$m = A \cdot u$  (kg) - masa atoma / elementa

$m$  (kg) – atomska masa elementa;  $A$  - relativna atomska masa elementa ( ),  $u$  (kg) - atomska enota mase elementa (kg).

62.) Kaj je fotoelektrični pojav in kaj je fotocelica ?

Fotoelektrični pojav je izbijanje elektronov iz kovine (npr. Zn) ki jo osvetljujemo (npr. z UV svetlobo). Za to potrebuje elektron izstopno delo, ki je večje od vezalne energije elektrona. Fotocelica je vakuumna cev s fotokatodo, ki jo osvetljujemo ter z anodo. Med obe elektrodi priključimo vir napetosti (+ na anodo) in ampermeter. Fotoelektrični tok je premo sorazmeren z osvetlitvijo fotokatore. Rabimo jo kot svetlo merilnik in za pretvorbo svetlobnih signalov v električne.

63.) Kaj je foton, kolikšna je njegova energija in hitrost? Kakšna je hitrost svetlobe v snovi?

Foton je kvant (paket) energije potujočega elektromagnetnega valovanja. Energija fotona  $W$  je odvisna od Planckove konstante  $h$  in frekvence valovanja  $\nu$ . Foton vedno potuje s svetlobno hitrostjo  $c = 300000 \text{ km/s}$ . Ni mirujočih fotonov. Svetloba skozi snov potuje počasneje od  $c$  zaradi štafetne predaje fotonov med atomi snovi.

$W = h \cdot \nu$  (J)            energija fotona  
 $\nu = c / \lambda$  ( $\text{s}^{-1}$ )        frekvenca valovanja  
 $c = \nu \cdot \lambda$  (m / s)        hitrost potovanja fotona, oziroma širjenja EM valovanja svetlobe

$W$  - energija fotona (J);  $h$  - Planckova konstanta;  $\nu$  - frekvenca valovanja ( $\text{s}^{-1}$ );  $\lambda$  - valovna dolžina svetlobe (m);  $c$  - svetlobna hitrost (m / s)

64.) Razloži emisijski spekter elementov.

Vsak element, če ga močno segrejemo ali se v njem dogajajo razelektritve (plin) seva zanj značilne vrste / barve svetlobe. To so značilne posamezne barve, oziroma valovne dolžine svetlobe  $\lambda$ , ki jih dobimo s spektralno analizo. Značilne  $\lambda$  določimo s spektrometrom in ponazorimo z barvnimi črtami v emisijskem spektru. Vsaki značilni črti /  $\lambda$  emisijskega spektra elementa ustreza značilna barva / valovna dolžina sevajočega elementa. Skupaj vseh črt / barv /  $\lambda$  emisijskega spektra predstavlja identifikacijo elementa. Bela svetloba ima zvezni spekter, ki vsebuje vse valovne dolžine  $\lambda$  vidne svetlobe.

65.) Razloži energijska stanja elektronov in emisijo fotonov.

Elektroni lahko zasedajo točno določena energijska stanja. Dogovorjeno je, da ima mirujoč prost elektron energijo 0, vezan elektron pa negativno energijo. Vzburjeni elektroni imajo višje nivoje energij, vendar le točno določene (kvantizirane nivoje). Kadar elektron preskoči med dvema obloma dovolj veliko energijsko razliko / razdaljo iz višjega energijskega nivoja na nižji tedaj izseva / odda določen foton / kvant svetlobe. Oddan kvant / foton ustreza točno razliki energij med dvema preskočenima elektronskima obloma. Atomi so v osnovnem stanju kadar elektroni zasedajo stanja z najnižjo možno energijo.

66.) Kaj so energijske oble / lupine / orbite elektronov? Kaj je Pavlijevo izključitveno načelo?

Energijske oble so skupine možnih energijskih stanj elektronov značilne za posamezne elemente. Pavlijevo izključitveno načelo pravi, da lahko eno energijsko stanje / oblo zaseda le en elektron.

67.) Opiši črtast in zvezni spekter snovi.

Črtast spekter je značilen za atome elementov, zvezni spekter (zgoščene črte) pa se pojavlja pri večatomskih molekulah. Pri njih se pomnoži število različnih možnih stanj elektronov.

68.) Razloži absorpcijski spekter snovi.

Elementi, če jih presvetlimo z belo svetlobo (zvezni spekter) absorbirajo natanko tiste barve, ki jih v vzbujenem stanju sami sevajo. Pri merjenju svetlobe, ki jo prepuščajo elementi s pomočjo spektrometra dobimo značilne črne črte absorbiranih valovnih dolžin / barv svetlobe. To je drug način identifikacije elementov s spektralno analizo.

69.) Kaj je fluorescenca in kaj luminescenca? Kaj je značilnost fluorescentne snovi v pogledu energijskih stanj? Opiši fluorescenčno svetilko.

**Fluorescenca** je lastnost nekaterih snovi, da oddajo zanje značilno svetlobo, če jih osvetlimo z UV svetlobo, ali drugo kratkovalovno svetlobo. Valovna dolžina sevanja svetlobe je daljša od žarkov s katerimi snov obsevamo. **Luminescenca** je sevanje svetlobe ne glede na osvetlitev, način, ter trajanje. **Fosforescentne** snovi lahko sevajo še po koncu obsevanja. Za energijska možna stanja elektronov fluorescentnih snovi je značilno izolirano stanje. (področje brez energijskih nivojev / lupin.). To omogoča zbujevanju elektronom zadosten energijski skok navzdol v osnovno stanje, da lahko izsevajo foton značilne svetlobe. **Fluorescenčna svetilka** je podolgovata steklena cev z mešanico argona in živo srebrne pare. Notranja stena stekla je prevlečena s fluorescenčno snovjo, ki po absorpciji UV svetlobe seva belo svetlobo. Z vžigom napravo ustvarimo preboj v plinu, ki ionizira. Hg oddaja pri tem UV svetlobo, ta pa povzroči sevanje bele svetlobe iz fluorescentne snovi. Poznamo tudi **kemoluminescenčne** snovi npr. beli fosfor.

70.) Kako nastanejo fotoni rentgenskih žarkov? Zapiši enačbo za katodno rentgensko cev, opiši rentgensko cev.

Rentgenski žarki nastajajo pri zaustavljanju hitrih električnih delcev v atomih težkih kovin, ki dajejo velike energijske prehode ustrezno rentgenskim fotonom. Rentgensko sevanje imenujemo tudi zavorno sevanje. Enačba katodne RTG cevi podaja maksimalno energijo  $W_{\max}$  najkrajših RTG žarkov valovne dolžine  $\lambda_{\min}$ , ki jo dobimo pri določeni U.

$$W_{\max} = h \cdot c / \lambda_{\min} = e_0 \cdot U \quad (\text{J}) \quad \text{max energija RTG fotonov pri določeni napetosti cevi}$$

$W_{\max}$  – energija RTG žarkov (J);  $h$  – Planckova konstanta;  $c$  – svetlobna hitrost (m / s);  $\lambda_{\min}$  – valovna dolžina RTG žarkov (m);  $e_0$  – naboj elektrona (C);  $U$  – napetost katodne RTG cevi (V)

RTG cev je vakumirana cev s katodo in anodo ter virom visoke napetosti  $U$ . Višje napetosti po enačbi dajejo močnejše žarke. To so tudi prodorni, ali trdi žarki. Mehki žarki, dobljeni pri nižji napetosti so manj prodorni. Katoda termično emitira elektrone, ki pospešeni z visoko napetostjo  $U$  udarijo v anodo iz težke kovine. Elektroni pri zaviranju opravijo energijski kvantni preskok ter oddajo RTG fotone / žarke. Anoda se pri tem tudi segreva.

71.) Kakšen je drug način sevanja rentgenskih fotonov poleg zavnega? Kje in kako uporabljamo RTG? Kakšna je zaščita?

Obstaja še karakteristično RTG sevanje, podobno absorpcijskemu in emisijskemu spektru. Mehanizem pa je pri RTG karakterističnem sevanju temelječ na zbijanju elektronov z nižjih lupin. Te nižje orbite potem zasedejo elektroni iz višjih orbit, ki ob tem izsevajo RTG fotone. RTG žarke uporabljamo v medicini ter industriji za preiskave materiala, in za zdravljenje raka. Zaščita pred RTG sevanjem so težke kovine (Pb).

## JEDRSKA ENERGIJA

---

72.) Kaj so izotopi? Kateri so izotopi vodika?

Izotopi so atomi istega elementa z različnimi relativnimi atomskimi masami  $A$ . Torej imajo izotopi istega elementa različno težka jedra, toda isto vrstno število  $Z$ . Poznamo običajni ali lahki vodik  $H$  z  $A=1$ , težki vodik ali devterij  $D$  z  $A=2$  in tritij  $T$  z  $A=3$ . V naravi se izotopi nahajajo skupaj v določenem količinskem razmerju, vendar tritij ni obstojen. Relativna atomska masa nekega elementa je povprečje  $A$ -jev za izotope elementa. Skoraj vsi elementi imajo izotope razen nekaterih z enim samim ( $F, Al, \dots$ )

73.) Kaj so nukleoni? Kaj povesta o elementu vrstno število  $Z$  in masno število  $A$ ?

Jedra atomov so sestavljena iz nukleonov z relativno atomsko maso  $A=1$ . To so protoni in nevtroni; protoni imajo naboj  $+e$ , nevtroni pa imajo  $e=0$ . Vrstno število  $Z$  pove število elektronov oziroma protonov v jedru. Število nevtronov je razlika  $A-Z$ . Jedro težkega vodnika imenujemo tudi devteron, jedro helija pa helijon ali alfa delec. Alfa delec ima dva protona in dva nevtrona.

74.) Kaj sta vezalna energija in masni defekt jedra? Zapiši enačbo masnega defekta.

Vezalna energija jedra je energija, ki drži nukleone skupaj v jedru. (kljub odbijajoči medsebojni sili istoimenskih nabojev). Pri združitvi nukleonov v jedro elementa se nekaj mase izgubi. Zato je masa jedra manjša od skupne mase vseh posameznih mas nukleonov. Tej razliki pravimo masni defekt in je merilo vezalne (jedske) energije. Povezavo mase in vezalne energije daje Einsteinova enačba (76).

$$\Delta m = Z \cdot m_p + (A-Z) \cdot m_n - m_x \quad (\text{kg}) \quad \text{enačba masnega defekta jedra atoma}$$

$\Delta m$  (kg) – razlika mase jedra in vsote mas nukleonov;  $Z$  – vrstno število;  $m_p$  (kg) – masa protona;  $A$  – relativna atomska masa;  $m_n$  (kg) – masa nevtrona;  $m_x$  (kg) – masni defekt

75.) Kaj je jedrska reakcija in kaj je jedrska energija?

Jedrska reakcija je npr. spajanje nukleonov v jedra atomov, pri čemer se del mase (masni defekt) pretvori v energijo. Glej Einsteinovo enačbo. Drug tip jedrske reakcije pa je cepljenje jeter.

76.) Zapiši in komentiraj Einsteinovo energijsko enačbo. Kako bi izračunal energijo nukleona ?

$$W = m \cdot c^2 \quad (\text{J}) \quad \text{Einsteinova energijska enačba}$$

$$W = \Delta m \cdot c^2 / A \quad (\text{J}) \quad \text{vezalna energija posameznega nukleona}$$

$W$  (J) – energija materije;  $m$  (kg) – masa materije;  $\Delta m$  (kg) – masni defekt jedra;  $c$  (m/s) – svetlobna hitrost;  $A$  – relativna atomska masa jedra atoma nekega elementa (je enaka številu nukleonov v jedru)

Energija materije je enaka produktu njene mase in kvadrata svetlobne hitrosti. Enačba pove koliko energije je vezane v masi (z materializacijo), ali koliko mase dobimo pri materializaciji energije. S to enačbo lahko na primer izračunamo vezalno energijo nukleona v jedru.

77.) Kako se Einsteinova enačba odraža v spremembi mase hitro gibajočega se delca? Ali lahko hitrost snovnega delca preseže svetlobno hitrost  $c$ ?

$$m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2} \quad (\text{kg}); \quad \text{Einsteinova enačba za maso gibajočega delca}$$

$m$  (kg) - masa gibajočega delca,  $m_0$  (kg) - masa mirujočega delca,  $v$  (m/s) - hitrost delca,  $c$  (m/s) -- svetlobna hitrost. (pri  $v \rightarrow c$  sledi  $m \rightarrow \infty$ )

Hitrost delca ne more preseči svetlobne hitrosti, ker bi masa narasla proti neskončni vrednosti.

78.) Kaj je radioaktivnost ? Kaj je razpolovni čas?

Jedra nekaterih elementov z veliko notranjo energijo so nestabilna in spontano razpadajo, pri čemer emitirajo razne delce in žarčenje. Temu pravimo radioaktivnost. Razpolovni čas je čas  $\tau$  v katerem število jeder radioaktivnega izotopa pade na polovico zaradi spontanega radioaktivnega razpadanja.

$N(t) = N_0 \cdot 2^{-t/\tau}$  enačba za število radioaktivnih jeder glede na čas razpadanja

$N(t)$  - število radioaktivnih jeder po času  $t$ ;  $N_0$  – začetno število radioaktivnih jeder;  $\tau$  (s) - razpolovni čas;  $t$  (s) – čas razpadanja

79.) Opiši 3 tipe sevanja pri naravnem radioaktivnem razpadu. Navedi emitirane delce in fotone. Opiši 3 tipe radioaktivnega razpada – na kratko.

Imamo tri vrste žarkov:  $\alpha$ -alfa,  $\beta$ -beta,  $\gamma$ -gama. Alfa so pospešena jedra helija ali helioni. Beta so hitri elektroni, gama pa so fotoni. Obstajajo sledeče kombinacije radioaktivnega razpada: alfa, beta, alfa+gama, beta+gama. Pri razpadu beta se nevtron pretvori v proton, dobimo pa elektron in nevtrino. Nevtrino ima maso elektrona, je brez naboja. 3 tipi radioaktivnega razpada podrobno - glej knjigo.

80.) Kaj je verižni razpad?

To je postopno razpadanje izotopa v družino izotopov do končnega neradioaktivnega izotopa.

81.) Kaj je aktivnost radioaktivnega izotopa?

Radioaktivni razpad je za okolico s svojim žarčenjem škodljiv, zato merimo število jeder, ki razpadejo v časovni enoti. Aktivnost pa pove število delcev žarčenja v časovni enoti.

1Bq (Bekerel) = 1razpad/s

82.) Navedi oba tipa jedrskih reakcij in ohranitveni zakon.

Pri **eksotermični** reakciji (zlivanje nukleonov) se masa zmanjša in sprosti se energija. Pri **endotermični** reakciji (cepljenje jeder) se masa poveča, energija se dovede. Ohranitveni zakon pravi:

1. celoten električni naboj pred in po reakciji se ohranja.
2. celotno število nukleonov pred in po reakciji se ohranja.

83.) Kako umetno pridobivamo radioaktivne izotope?

- a) Obstreljujemo neaktivne izotope s hitrimi delci iz pospeševalnikov.
- b) Obsevamo neaktivne izotope z nevtroni, ki nastajajo v jedrskih reaktorjih.

84.) Opiši jedrsko reakcijo cepitve jeder – fisija

Sprošča se vezalna jedrska energija, masa pa se poveča. Za razbitje jedra moramo dovesti energijo. Zato je to endotermična reakcija, pri kateri se sprošča gama sevanje in emitirajo hitri nevtroni..

85.) Opiši jedrsko reakcijo spajanja jeter- fusija.

Vežalna energija se porabi za zlitje nukleonov v jedro, skupna masa pa se zmanjša. Pri zlitju jeter dobimo energijo, Zato je to eksotermična reakcija eksplozivne narave, Tak proces poznamo pri nastajanju helija iz vodika, ki se dogaja na soncu. Za zlivanje nukleonov so potrebne visoke temperature. To je termoenuklearna jedrska reakcija z visokimi temperaturami.

86.) Opiši verižno jedrsko reakcijo in tri tipe te reakcije.

Kadar pri cepitvi fisijskih (cepitvenih) jeter oddani nevtroni verižno cepijo nova fisijska jedra in verižno nastajajo novi nevtroni govorimo o **verižni jedrski reakciji**. **Nadkritično** reakcijo dobimo, če se število cepitev in nevtronov povečuje. Zato je potrebna **kritična masa** naprimer urana 235. Uporablja se pri atomskih bombah. Pri **podkritični masi** U 235 število novonastalih nevtronov upada in reakcija ugasne. Govorimo o **podkritični** reakciji. Za izkoriščanje jedrske energije v miroljubne namene moramo vzdrževati **kritično** verižno jedrsko reakcijo ob **konstantnem številu nevtronov in cepitev**. Ta princip se uporablja v jedrskih reaktorjih.

87.) Opiši zgradbo termičnega reaktorja.

Cepitev jeter tu povzročajo počasni ali termični nevtroni. Glavni deli reaktorja so: reaktorska sredica, izmenjevalec toplote in zaščitni oklop. Sredico sestavljajo: gorilni radioaktivni elementi, kontrolna palica, moderator, reflektor in hladilo. V gorilnih elementih se dogaja jedrska reakcija in sprošča toplota. Moderator upočasnjuje hitre nevtrone. Kontrolna palica absorbira nevtrone in vzdržuje jedrsko reakcijo pod kontrolo. Reflektor odbija nevtrone. Hladilo odnaša toploto v toplotni izmenjevalec. Zaščitni oklop ščiti okolico pred sevanjem.

88.) Zakaj in kako so nevarni radioaktivni žarki? Kako se zaščitimo?

Radioaktivno sevanje povzroča ionizacijo v snovi in s tem poškodbe ter spremembe. Najnevarnejši in najbolj prodorni so  $\gamma$  -gama fotoni, najmanj  $\alpha$ - alfa delci. Zaščitimo se z zaščitno snovjo, ki škodljiva sevanja absorbira. To je naprimer svinec (Pb).

89.) Detekcija in dozimetrija radioaktivnega sevanja.

Sevanje detektiramo z meglično celico in fotografsko emulzijo.

Vpliv radioaktivnega sevanja na snov merimo z absorpcijsko dozo D (rad).

D (rad) – absorpcijska doza;

1 rad = 0,01Gy (Graj); 1Gy = 0,01J/kg.

Boiološko učinkovitost sevanja izrazimo z RBE.

V nuklearni medicini uporabljamo ekvivalentno dozo H.

$H = D \cdot RBE$  (Sv) – ekvivalentna doza;

1Sv=1Sievert.

90.) Kje uporabljamo radioaktivne izotope?

Radioaktivne izotope uporabljamo za: določanje starosti vzorcev, v industrijski detektoskopiji, v medicini, v agronomiji.