

- Zadatak (38 bodova)**
- E. Izračunajte polomajuću jezgru izotopa germanija ^{70}Ge u fm. Zatim odredite koliki je omjer nuklearne gustoće na $r = 6$ fm prema nominalnoj nuklearnoj gustoći ρ_0 ? Omjer vezan je u postocima. (2 bodova)
- Kinetsku energiju vezanja u MeV-ima i energiju vezanja po jednom nukleonu za jezgru $E_{\text{vez}} = 1.6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. (2 bodova)

Gama-izotopučenje izotopa

ime jezgre
značenje: Uzeti

Formule:
Klasična kinetička energija:
 $E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}$
Relativistička energija:
 $E = E_{\text{kin}} + E_0 = \gamma E_0$

Energija mirovani

čestice
1eV-ima.

aspada od
joda)

(e $^-$) u zraku,
et protona u

μm . Odredite
nutog metalu.

uljina za 20%.
(4 bodova)

puta? Termički
zraka, a izotopska
i molnu masu od

ton prolaska kroz
ni broj mu je 207.

to se u jednoj fisiiji

čenje pri prolazu
uvjeta. (3 bodova)

alfa zraka ener
3 bodova)

OSNOVE NUKLEARNE FIZIKE 15.06.2020.

1.	Označite je li tvrdnja TOČNA ili NETOČNA. (31 bod) (Nema negativnih bodova.)	TOČNO	NETOČNO
1.	Za detekciju ionizirajućeg zračenja u ruđnom mediju kojeg izazivaju nabijene čestice standardno se koriste scintilatorski detektori.	TOČNO	NETOČNO
2.	Energiju praga definiramo za egzoergične nuklearne reakcije kao onu minimalnu kinetičku energiju čestice-projektila koja je potrebna da bi se izazvala promatrana reakcija.	TOČNO	NETOČNO
3.	Efektivni faktor multiplikacije neutrona k_{eff} definiran je omjerom proizvedenih i izgubljenih neutrona u reaktoru beskonačnih dimenzija.	TOČNO	NETOČNO
4.	Ako je fizijska lančana reakcija $N(t) = N_0 \exp \left[\left(\frac{k-1}{\tau} \right) t \right]$ u reaktoru divergentna, tada je brojnik ($k-1$) jednak nuli.	TOČNO	NETOČNO
5.	Manje vrijednosti energije vezanja po nukleonu za lagane jezgre posljedica su slabijeg vezanja nukleona na površini.	TOČNO	NETOČNO
6.	Nuklearna se fisija u nekim lakinjih jezgara (nuklida) odvija spontano, kao posebni oblik radioaktivnog raspada.	TOČNO	NETOČNO
7.	Različiti tipovi ionizirajućeg zračenja mogu unijeti istu količinu energije po jedinici mase u tijelo, no neće imati jednak biološki efekt.	TOČNO	NETOČNO
8.	Najveći dio oslobođene energije fisije otpada na kinetičku energiju neutrona koji nastavljaju lančanu reakciju u reaktorima.	TOČNO	NETOČNO
9.	Za uspješan rad termonuklearnog fuzijskog reaktora potrebna je velika gustoća čestica, visoka temperatura plazme i kratki vremenski interval ograničenja plazme.	TOČNO	NETOČNO
10.	Doseg elektrona u nekom materijalu odgovara njegovom prosječnom putu do zaustavljanja i kraći je od efektivne dubine prodiranja elektrona.	TOČNO	NETOČNO
11.	Tijekom procesa fuzije dolazi do oslobađanja energije jer produkti reakcije fuzije imaju zajednički manju nuklearnu masu od nuklearne mase polaznog para čestica.	TOČNO	NETOČNO
12.	Vjerojatnost raspada nekog radionuklida je potpuno je neovisna o trenutku njegovog formiranja.	TOČNO	NETOČNO
13.	Sve jezgre prirodnih radioaktivnih nizova nastaju sukcesivnim alfa i beta raspadima koji počinju od jezgre najdužeg vremena poluraspada u nizu.	TOČNO	NETOČNO

Zadaci (38 bodova)

		TOČNO	NETOČNO
14.	Gama-izlazom jezgre emitira se tzv. "torso" elektromagnetsko zračenje, uslijed kojeg redni hrvati jezgara (Z) ostaju isti dok se izotopika massa jezgara ($A(Z,A)$) smanjuje zbog emisije gama-kvanta.		
15.	Teške nabijene čestice pri prolasku kroz materiju gube energiju većim lokalnim ionizaciju putem sudara i radijativnog zračenja.	TOČNO	NETOČNO
16.	Doseg teške nabijene čestice kroz neki materijal ne odgovara rječnikoj efektivnoj dubini prodiranja.	TOČNO	NETOČNO
17.	Kod prodiranja elektromagnetskog zračenja kroz materiju energija se ne gubi postepeno i zato elektromagnetsko zračenje ima određeni doseg.	TOČNO	NETOČNO
18.	Gotovo sva energija brzih beta čestica gubi se putem kulonske interakcije (sudarima) s atomskim elektronima.	TOČNO	NETOČNO
19.	Snop fotona ne gubi energiju dok prolazi kroz materiju, samo gubi na intenzitetu.	TOČNO	NETOČNO
20.	Fuzijska D-D reakcija (između jezgara ${}^2\text{H}$) oslobada više energije (Q - vrijednost) nego D-T reakcija (između jezgara ${}^2\text{H}$ i ${}^3\text{H}$) jer se radi o lakšim izotopima vodika.	TOČNO	NETOČNO
21.	Prvu nuklearnu reakciju ostvario je Rutherford bombardirajući jezgre dušika α -česticama pri čemu je dobio sljedeći rezultat: ${}^4\text{He} + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^{17}\text{O} + \text{e}^-$	TOČNO	NETOČNO
22.	Apsorbirana doza je energija apsorbirana od strane jediničnog volumena tvari, neovisno o vrsti ionizirajućeg zračenja koje ulazi u taj volumen.	TOČNO	NETOČNO
23.	Nuklearne reakcije u kojima je kinetička energija čestica produkata reakcije veća od kinetičke energije polaznih čestica su tzv. endoergične nuklearne reakcije.	TOČNO	NETOČNO
24.	Aktivnost uzorka od 1 Bq predstavlja 3,7 radioaktivnih raspada po sekundi.	TOČNO	NETOČNO
25.	Razlika mase složene jezgre i njezinih slobodnih konstituenata je tzv. defekt mase jezgre čiji energetski ekvivalent odgovara energiji vezanja.	TOČNO	NETOČNO
26.	Alfa zrake visokih energija ($E > 10$ MeV) zaustavljaju tek materijali visokog rednog broja Z i velike gustoće, npr. olovo ili teški beton.	TOČNO	NETOČNO
27.	Ekvivalentna doza je definirana kao produkt apsorbirane doze i faktora kvalitete zračenja, stoga ne ovisi o tzv. LET-parametru ($-dE/dx$).	TOČNO	NETOČNO
28.	Jedini način smanjenja nefisijske apsorpcije neutrona u gorivu reaktora (${}^{238}\text{U}$) jest dodavanje moderatorskog materijala.	TOČNO	NETOČNO

Formule:
 Klasična kinetička energija
 $E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$
 Relativistička energija
 $E = E_{kin} + E_0 = \gamma E_0$

Energija mirovanja

DeBroglieva relacija

Einstein-Planck

Energija vezanja

$m_H = 1,0078$

$1 \text{ u} = 1,66057$

Nuklearna fizika

Weizsaecker-Konstanta

Kvadrat

Srednja

Q-vrijednost

Radijacija

Exercícios de matemática		Respostas corretas	
28.	Resposta correta da questão 28: $\frac{1}{2} \times 10 = 5$ e $5 + 5 = 10$	resposta	resposta
29.	Resposta correta da questão 29: $34 - 2 \cdot 34 = 34$.	resposta	resposta
30.	Resposta correta da questão 30: $10 \times 10 = 100$ e $100 - 10 = 90$.	resposta	resposta

2. Njegova veličina je uvećana u relativističkoj teoriji energije vezanja jer je i danje formalno fizikalno pojašnjeno (potrebito) uvećanje klasne u efekti. Nevarane oblasti kružnog $E=mc^2$. Koristenjem spomenute relacije možemo energiju vezanja po nuklearu za izotop urana $^{235}_{92}\text{U}$ (6 bodeva).

Zadaci (38 bodova)

1. Izračunajte poljubije jezgre izotopa gavranija ^{77}Ge u fm. Zatim odredite koliki je omjer nuklearne gustoće na $r = 6$ fm prema nominalnoj nuklearnoj gustoći ρ_0 ? Omjer izraziti u postotcima. (2 boda)
2. Izračunajte ukupnu energiju vezanja u MeV-ima i energiju vezanja po jednom nukleonu za jezgru silicija ^{28}Si ako je njegova masa $28,98 \text{ u}$ ($1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$). (2 boda)
3. Efektivni broj protona ($Z\eta$) koji sudjeluju pri formiranju kvadrupolnog momenta elipsoidne jezgre ^{179}Lu iznosi približno 24. Koliki je kvadrupolni moment te jezgre u jedinicama fm 27 ? (Napomena: Uzeti iznimno za jedinični radijus nukleona 1,07 fm) (2 boda)
4. Kolika se energija oslobada prilikom alfa raspada jezgre ^{214}Po ako energija emitirane alfa čestice iznosi 8,34 MeV? Pretpostaviti da je jezgra roditelj inicijalno na mиру. Rezultat izraziti u MeV-ima. (3 boda)
5. Banana sadrži 600 mg kalija, od čega je 0,012% radioaktivni ^{40}K koji ima vrijeme poluraspada od $1,25 \cdot 10^9$ godina. Molna masa kalija je $39,102 \text{ g/mol}$. Kolika je aktivnost banane u Bq? (4 boda)
6. U području između 12 MeV i 15 MeV ovisnost između dometa i energije alfa čestice (^4He) u zraku, približno je dana relacijom $R = 1,8E - 6,8$ gdje je R u cm, a E u MeV. Koliki će biti domet protona u zraku ako mu je energija 3,5 MeV? (Napomena: Usporediti brzine čestica.) (2 boda)
7. "Crvena granica" fotoelektričnog efekta za kalij javlja se kod valne duljine od $0,577 \text{ nm}$. Odredite minimalnu energiju kvanta svjetlosti potrebnu za oslobadanje fotoelektrona iz spomenutog metala. Energiju izraziti u eV-ima. (2 boda)
8. Comptonski raspršenoj gama zraci početne energije 2 MeV promijeni se valna duljina za 20%. Kolika je kinetička energija raspršenog elektrona i koliki je kut raspršenja elektrona? (4 boda)
9. Kolika je debljina folije od kadmija koja će reducirati fluks termičkih neutrona 50 puta? Termički neutroni se apsorbiraju na izotopu kadmija ^{113}Cd čiji je udarni presjek 19000 barna, a izotopska učestalost mu je 12,26% u prirodnom kadmiju koji ima gustoću $8,65 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ i molnu masu od 112,41 g/mol. (4 boda)
10. Kolika je početna energija elektrona ako je poznato da je njihova energija nakon prolaska kroz olovnu ploču debljine 5 mm u prosjeku 80 MeV? Redni je broj olova 82, a maseni broj mu je 207. Gustoća olova je 11300 kg/m^3 . (3 boda)
11. Kolika se snaga generira u reaktoru u kojem se fisijama gubi 1 gram ^{235}U na dan ako se u jednoj fisijskoj reakciji oslobodi 200 MeV i 2,5 neutrona? Rezultat izraziti u MW. (4 boda)
12. Izračunajte graničnu energiju ispod koje se neće opaziti Čerenkovljevo zračenje pri prolazu relativističkog elektrona kroz zrak kojemu je indeks loma 1,000293 kod normalnih uvjeta. (3 boda)
13. Životinjsko tkivo mase 10 g primilo je ekvivalentnu dozu od 1 Sv. Koliki je broj alfa zraka energije 4,4 MeV apsorbiran u tom tkivu ako Q -faktor za alfa zrake te energije iznosi 11? (3 boda)