

IZTOK ARČON

VPRAŠANJA IN NALOGE
ZA PREVERJANJE ZNANJA IZ
FIZIKE



POLITEHNIKA NOVA GORICA

Iztok Arčon

VPRAŠANJA IN NALOGE

za preverjanje znanja

IZ FIZIKE



Založba Politehnike Nova Gorica

2004

VPRAŠANJA IN NALOGE ZA PREVERJANJE ZNANJA IZ FIZIKE

Doc. dr. Iztok Arčon

Strokovna recenzenta: prof. dr. Danilo Zavrtanik in prof. dr. Alojz Kodre

Jezikovne korekture: Helena Škrlep

Izdala in založila: Politehnika Nova Gorica

Nova Gorica, april 2004

Naklada: 400 izv.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

53(075.8)(076.1)

ARČON, Iztok
Vprašanja in naloge za preverjanje znanja iz fizike/
Iztok
Arčon. - Nova Gorica : Politehnika, 2004

ISBN 961-6311-18-2

129221888

Copyright © 2004 Založba Politehnike Nova Gorica. All rights reserved.
Razmnoževanje in fotokopiranje dela v celoti ali po delih brez predhodnega dovoljenja Založbe
Politehnike Nova Gorica je prepovedano.

PREDGOVOR

Zbirka vprašanj in nalog obravnava snov iz klasične visokošolske fizike, dopolnjene z osnovami moderne fizike, kakršno predvideva študijski program za predmet *fizika* po univerzitetnem študijskem programu *Okolje*, ki se izvaja v okviru *Šole za znanosti o okolju* na *Politehniko Nova Gorica* v obsegu 90 ur predavanj in 60 ur vaj. Torej je ta zbirka namenjena predvsem študentom, ki obiskujejo predavanja oziroma se pripravljajo na ustni izpit iz tega predmeta. Vendar pa so vprašanja in naloge po vsebini razdeljene tako, da jih lahko selektivno uporabljajo tudi slušatelji pri sorodnih predmetih, ki obravnavajo snov iz visokošolske fizike po katerem drugem univerzitetnem ali visokem strokovnem programu.

Vprašanja in naloge naj bi pomagale študentom pri pripravi na teoretični del izpita iz fizike. Obravnavana snov je razdeljena v dvaintrideset poglavij. Vključena so poglavja iz mehanike, termodinamike, elektrike in magnetizma, optike, osnov kvantne mehanike, atomske in jedrske fizike. Vsako poglavje vsebuje zbirko teoretičnih vprašanj in zbirko nalog za preverjanje znanja.

Teoretična vprašanja so zastavljena tako, da študenta vodijo po korakih skozi celotno gradivo, ki naj bi ga v izbranem poglavju usvojil, ter usmerjajo njegovo pozornost na ključne pojme in zakonitosti s tega področja.

Naloge za preverjanje znanja so po obliki naloge izbirnega tipa. K vsakemu vprašanju je danih več odgovorov, od katerih je vsaj eden pravilen, pogosto pa je možnih več pravih odgovorov. Po vsebini naj bi te naloge preverjale predvsem razumevanje teoretičnega dela snovi, ki ga obravnava posamezno poglavje, tako da pri reševanju ne zahtevajo večjih računskih spretnosti. Praviloma je mogoče odgovor nanje najti s kratkim razmislekom ali kvečjemu z manjšim pomožnim računom. Vse naloge so opremljene z rešitvami, ki so zbrane na koncu vsakega poglavja.

Velik del nalog ne zahteva številskega rezultata, ampak ponuja opisne odgovore na zastavljeno vprašanje. V takih primerih si lahko študentje pridobijo celovitejšo podobo o obravnavanem problemu ne le prek pravih, ampak tudi napačnih odgovorov, saj so med njimi nanizane take napačne razlage, ki se zdijo študentom pravilne. To velja zlasti za pojave, ki jih poznamo iz vsakdanjega življenja in o katerih si lahko ustvarimo zmotno predstavo oziroma razlago, ne da bi zares preverili njeno veljavnost z upoštevanjem fizikalnih zakonitosti.

Želja je, da bi študentje to zbirko uporabljali kot pomoč pri sprotne študiju ter da bi jih vprašanja in naloge spodbujale k dejavnemu sodelovanju pri predavanjih iz fizike, predvsem pa, da bi jih navajale k samostojnemu razmišljanju o fizikalnih pojavih. Ne nazadnje je namen zbirke tudi, da lahko študentje sami preverjajo svoje znanje in razumevanje obravnavane snovi, preden se prijavijo k izpitu.

Za pripombe in popravke se zahvaljujem prof. dr. Danilu Zavrtaniku in prof. dr. Alojzu Kodretu. Pregledala sta rokopis in me opozorila na napake, ki so se prikradle v besedilo, pa tudi na nekaj nerodno oblikovanih vprašanj, ki bi lahko zmedla ali zavedla reševalca. Pri priravi te zbirke so mi bili v oporo moji najbližji: Branka, Miha in Žiga. Zahvaljujem sem jim za spodbude in potrpežljivost in tudi za ideje za nekaj nalog.

Na koncu zbirke je nanizanih nekaj splošnih učbenikov za fiziko v slovenskem in v angleškem jeziku, ki vsebinsko zajemajo celotno obravnavano snov. Seznam nikakor ni popoln, saj je poleg omenjenega mogoče danes v Sloveniji in po svetu dobiti še številne druge učbenike, ki delno ali v celoti vključujejo snov visokošolske in moderne fizike na različnih stopnjah zahtevnosti. Čedalje več študijskega gradiva je mogoče najti tudi na svetovnem spletu. Pri tem bi rad opozoril na spletni portal za fiziko, ki sem ga pripravil na naslovu <http://www.p-ng.si/~arcon/fizikawww> za študente Politehnike Nova Gorica. Tam je zbrano študijsko gradivo, ki ga je mogoče uporabljati v kombinaciji s to zbirko vprašanj in nalog pri pripravi na izpit iz fizike. Po obliki poskuša gradivo na spletu čim bolj izkoristiti multimedijske možnosti, ki jih daje elektronski medij, po vsebini pa ponuja povzetke s predavanj, ilustrirane s prosojnicami in animacijami, dopolnjujejo pa ga tudi računske naloge, interaktivni testi, študentske seminarske naloge, zanimivosti in povezave na druge spletne strani s sorodno vsebino.

Nova Gorica, marec 2004

Iztok Arčon

KAZALO

MERJENJA.....	7
KINEMATIKA.....	11
SILE.....	19
DELO IN ENERGIJA.....	25
POTENCIALNA ENERGIJA.....	31
GIBALNA KOLIČINA.....	37
VRTENJE TOGEGA TELESA OKOLI NEPREMIČNE OSI.....	43
VRTILNA KOLIČINA.....	49
RAVNOVESJE IN ELASTOMEHANIKA.....	55
NIHANJE.....	59
GRAVITACIJA.....	65
MEHANIKA TEKOČIN.....	71
VALOVANJE.....	79
TEMPERATURA.....	89
TOPLOTA.....	95
PRVI ZAKON TERMODINAMIKE.....	103
DRUGI ZAKON TERMODINAMIKE.....	109
ELEKTROSTATIKA.....	115
GAUSSOV ZAKON ZA ELEKTRIČNO POLJE.....	123
ELEKTRIČNA POTENCIALNA ENERGIJA IN ELEKTRIČNI POTENCIAL.....	129
KONDENZATOR.....	135
ELEKTRIČNI TOK.....	141
ELEKTRIČNA VEZJA.....	147
MAGNETNO POLJE.....	155
INDUKCIJA.....	165
MAXWELLOVE ENAČBE IN ELEKTROMAGNETNO VALOVANJE.....	173
VALOVNE LASTNOSTI SVETLOBE.....	183
GEOMETRIJSKA OPTIKA.....	191
OSNOVE KVANTNE MEHANIKE.....	199
ATOMSKA FIZIKA.....	207
MOLEKULE IN TRDNA SNOV.....	215
JEDRSKA FIZIKA.....	223
LITERATURA.....	229

SILE

Vprašanja

1. Kaj lahko povzročajo sile, ko delujejo na telo?
2. Navedi nekaj primerov za kontaktne sile in nekaj za sile, ki delujejo na daljavo?
3. Pojasni prvi Newtonov zakon.
4. Kateri opazovalni sistemi so inercialni?
5. Navedi nekaj primerov neinercialnih opazovalnih sistemov.
6. Kaj nam pove inercialna masa telesa? Kako jo lahko neposredno merimo?
7. Zapiši drugi Newtonov zakon.
8. Pojasni razliko med maso in težo telesa.
9. Pojasni tretji Newtonov zakon. Navedi primer para sil akcije in reakcije.
10. Pojasni pojem systemske sile, ko uporabimo drugi Newtonov zakon v neinercialnem (pospešenem) opazovalnem sistemu.
11. Kolikšna sila je potrebna, da telo enakomerno kroži? V kateri smeri mora delovati ta sila? Ali lahko ta sila spremeni velikost obodne hitrosti pri kroženju?
12. Skiciraj sile pri enakomerno pospešenem kroženju: celotno silo razstavi na centripetalno in tangencialno komponento. Katera komponenta sile povzroča kotni pospešek?
13. Od česa je odvisna sila trenja pri drsenju telesa po podlagi? V kateri smeri deluje?
14. Pojasni vzrok za silo trenja na mikroskopski skali. Zakaj se trenje zmanjša, če drsne površine namažemo z oljem ali s podobnim mazivom?
15. Pojasni razlike in podobnosti med silo trenja in silo lepenja. Skiciraj graf sile lepenja oziroma trenja v odvisnosti od zunanje sile, s katero vlečemo telo po vodoravni podlagi.

Preverjanje znanja

1. Katere od spodnjih trditev so lahko pravilne za telesa, ki se gibljejo premo enakomerno?
 - A:** Na telo deluje konstantna sila v smeri gibanja.
 - B:** Na telo ne deluje nobena sila.
 - C:** Na telo deluje samo sila teže.
 - D:** Vsota vseh sil, ki delujejo na telo, je enaka nič.
2. Katera od spodaj navedenih količin NI vektor?
 - A:** Sila
 - B:** Masa
 - C:** Pospešek
 - D:** Premik
 - E:** Teža
3. Za katere od spodaj navedenih opazovanih sistemov lahko zagotovo rečemo, da so inercialni:
 - A:** Opazovalni sistem, ki se giblje s konstantnim pospeškom.
 - B:** Nepospešeni opazovalni sistem.
 - C:** Opazovalni sistem, ki miruje glede na opazovalca.
 - D:** Opazovalni sistem, ki se giblje skupaj z opazovanim telesom.
 - E:** Opazovalni sistem, ki miruje glede tla (zemljino površino).
 - F:** Opazovalni sistem, ki se giblje s konstantno hitrostjo glede na poljubni inercialni opazovalni sistem.
 - G:** Opazovalni sistem, ki miruje glede na nepospešeno telo, na katerega je vsota vseh sil enaka nič
4. Pospešek telesa vedno kaže v smeri :
 - A:** Trenutne hitrosti telesa
 - B:** Premika telesa
 - C:** Sile teže
 - D:** Rezultante sil, ki delujejo na telo

5. Baron Münchhausen je v eni od svojih slavnih dogodivščin opisal, kako je s konjem poskusil preskočiti močvirje, pa je bil prekratek in je padel nedaleč od brega do vratu v močvirje. In verjetno bi tam žalostno utonil, da se ni s svojo močno roko za lase potegnil iz blata, pa konja tudi, ki ga je čvrsto držal med svojimi koleni. Kaj menite, zakaj je Baron bolj znan pod imenom Lažnjivi Kljukec? Zakaj mu tak podvig ne bi mogel uspeli?
- A:** Baron ni bil dovolj močan, da bi dvignil sebe in konja. Sila roke je bila manjša od sile teže Barona in konja.
- B:** Sila roke je bila v tem primeru notranja sila, ki ne more premakniti težišča telesa.
- C:** Sila roke je bila manjša od sile upora blata, v katerem je obtičal.
- D:** Sila roke, s katero je vlekel lase, je bila nasprotno enaka sili las na roko.
- E:** Baron je bil resnicoljuben mož in so ga na slab glas spravili obrekljivi jeziki.
6. Avtobus pelje s konstantno hitrostjo. Šofer nenadoma pohodi zavoro in sunkovito zavre. Zakaj pri tem vrže potnike s sedežev naprej proti prednji šipi?
- A:** Zaradi inercije: vsaka masa se upira spremembi svojega gibanja.
- B:** Zaradi sunka, s katerim deluje naslonjalo sedeža na potnike pri nenadnem zaviranju.
- C:** Zaradi sile teže.
- D:** Potniki poskočijo, ker se ustrašijo ob nenadnem zaviranju.
7. V kakšni zvezi sta masa in teža telesa? Izberi pravilne trditve!
- A:** Med maso in težo telesa ni razlike, sta enaki fizikalni količini, izraženi z različnima enotama.
- B:** Vsako telo ima maso, teža pa je odvisna od položaja glede na druga telesa v okolici.
- C:** V breztežnostnem prostoru ne potrebujemo sile za premikanje teles.
- D:** Telesa imajo težo samo v bližini zemeljske površine.
- E:** Teža je sila, masa pa ne.
8. Dve telesi z različnima masama (gosji puh in svinčeno kroglico) damo v stekleno posodo, izčrpamo zrak in ju hkrati spustimo z iste višine, da prosto padata v vakuumu. Opazimo, da na tla padeta hkrati. Zakaj?
- A:** Gravitacijska sila je enaka za obe telesi.
- B:** Obe telesi padata z enakim pospeškom.
- C:** Inercialna masa je enaka težnostni masi.
- D:** V vakuumu ne deluje na telo nobena sila.

9. Smučarski skakalec se spusti po naletu skakalnice. Naklon naleta je največji na vrhu, od koder se spusti, na odskočni mizi pa se izravna skoraj v vodoravno smer. Ali se sila trenja med smučmi in snegom spreminja po poti navzdol, če je kvaliteta snega enaka vzdolž cele smučine?
- A:** Sila trenja je enaka na celotnem spustu.
 - B:** Sila trenja je najmanjša na vrhu naleta, od koder se smučar spusti.
 - C:** Sila trenja je najmanjša na odskočni mizi na koncu naleta.
 - D:** Na odseku pred odskočno mizo, kjer se naklon naleta zmanjšuje, je sila trenja odvisna od hitrosti skakalca.
10. Če telo enakomerno kroži, pomeni da:
- A:** na telo ne deluje nobena sila, oziroma da je vsota vseh sil, ki delujejo na telo enaka nič.
 - B:** na telo deluje konstantna sila.
 - C:** na telo deluje sila v smeri proti središču kroženja.
 - D:** na telo deluje sila tangencialno na tir kroženja.
11. Kroglico pripeto na vrvici, vrtimo v vodoravnih krogih s konstantno kotno hitrostjo. Kam odleti kroglica, ko vrvico nenadoma spustimo iz rok?
- A:** Stran od nas v radialni smeri
 - B:** Proti nam v radialni smeri
 - C:** Tangencialno na krožnico
 - D:** Pod kotom 45° glede na radialno smer
 - E:** Odvisno od hitrosti vrtenja
 - F:** V spirali navzven
12. Zaviralna pot avtomobila, ki pelje z veliko hitrostjo, je lahko precej dolga. Kako bi jo lahko skrajšali?
- A:** Uporabljali bi lahko širše pnevmatike, s čimer bi bila stična površina gume z asfaltom večja in s tem večja sila trenja.
 - B:** Na avto bi dodali zadnje krilce, kot pri avtomobilih Formule ena, da bi dinamični vzgon dodatno pritiskal avto ob cestišče in tako povečal silo trenja.
 - C:** Med zaviranjem bi avto med zadnjimi kolesi pritisnil ob tla gladko kovinsko ploščo, ki bi se drgnila po asfaltu in s tem dodatno zavirala.
 - D:** Uporabili bi bolj kvalitetne gume, z večjim koeficientom trenja na stiku med gumo in asfaltom.
 - E:** Peljali bi bolj počasi.

13. Če avto prehitro pripelje v ovinek, bo zdrsnil s ceste. Zakaj se to zgodi? (Privzemi, da ima ovinek obliko krožnega izseka in da je cestišče vodoravno.)
- A:** Centrifugalna sila potiska avto v radialni smeri navzven
 - B:** Radialna komponenta sile trenja je premajhna, da bi lahko priskrbela potrebni radialni pospešek.
 - C:** Avto potisne s ceste sila podlage.
 - D:** Voznik je premalo pospešil avto v smeri vožnje.
14. S poskušanjem ugotovimo, kolikšna je maksimalna hitrost avtomobila (v) s katero lahko zvozi ovinek s krivinskim radijem R , ne da bi zdrsnil. Kolikšna je maksimalna hitrost istega avtomobila, da ne zdrsne v bolj ostrem ovinku s pol manjšim krivinskim radijem ($R/2$), če je cestišče enako.
- A:** Enaka v
 - B:** $2v$
 - C:** $v/2$
 - D:** $v/\sqrt{2}$
 - E:** $v/4$
15. Astronavt, ki vodi raketoplan Spaceshuttle, sporoči na Zelfjo, da so se vtirili v predvideno krožno orbito okoli Zemlje. Instrumenti kažejo, da je hitrost raketoplana konstantna, ravno tako je konstantna višina, na kateri krožijo. Hkrati obvesti ostale astronave na raketoplanu, da je manever končan in si lahko odpnejo varnostne pasove ter se lahko prosto gibljejo v breztežnostnem stanju. Katere od spodnjih trditev so tedaj pravilne:
- A:** Rezultanta vseh sil na raketoplan in astronave je enaka nič
 - B:** Vektor hitrosti raketoplana se po smeri ne spreminja.
 - C:** Pospešek raketoplana je različen od nič.
 - D:** Raketoplan bo padel nazaj na Zemljo, ko mu bo zmanjkalo goriva
 - E:** Težni pospešek na raketoplanu je enak nič.
 - F:** Raketoplan kroži zaradi privlačne gravitacijske sile Zemlje.

REŠITVE

Preverjanje znanja: Sile

1. B, D
2. B
3. B, F, G
4. D
5. B, D
6. A
7. B, E
8. B, C
9. B, D
10. C
11. C
12. B, D, E
13. B
14. D
15. C, F

OSNOVE KVANTNE MEHANIKE

Vprašanja

1. Kaj je foton? Kolikšna je energija fotona pri svetlobi s frekvenco ν ? Od česa je odvisna gibalna količina fotona?
2. Kaj pomeni, da kaže svetloba dvojno naravo? Ali je svetloba valovanje ali curek delcev? Navedi nekaj pojavov pri svetlobi, ki jih lahko pojasnimo samo z valovno sliko svetlobe. Katere pojave pri svetlobi pa lahko pojasnimo samo z delčno naravo svetlobe?
3. Kateri pojav imenujemo fotoefekt. Opiši eksperiment, pri katerem merimo odvisnost maksimalne kinetične energije W_{\max} izbitih elektronov iz kovinske plošče od frekvence svetlobe ν , s katero ploščo osvetlimo. Kakšna je zveza med maksimalno kinetično energijo izbitih elektronov in frekvenco vpadne svetlobe? Nariši graf $W_{\max}(\nu)$ in pojasni, zakaj pod mejno frekvenco ν_0 ne opazimo fotoefekta (iz osvetljene kovinske plošče ne prileti noben elektron).
4. Kateri pojavi kažejo na to, da se svetloba ob fotoefektu ne obnaša kot valovanje?
5. Opiši Comptonov pojav. Kako nam ta pojav pokaže, da imajo fotoni gibalno količino? Kakšen bi bil izid eksperimenta, če bi se svetloba obnašala kot klasično EM valovanje?
6. Kaj pomeni, da imajo masni delci dvojno naravo (delec – valovanje)? Kako določimo de Broglievo valovno dolžino delcu z maso m , ki se giblje s hitrostjo v ? Kolikšna je frekvenca valovanja, ki ga pripišemo masnim delcem?
7. Opiši Davisson-Germerjev eksperiment, ki je pokazal, da imajo elektroni valovne lastnosti.
8. Opiši interferenčni poskus s curkom elektronov na dveh tankih režah. Skiciraj interferenčno sliko oziroma porazdelitev elektronov na oddaljenem zaslonu. Ali interferenčno sliko na zaslonu za režama dobimo tudi v primeru, ko je jakost elektronskega curka tako majhna, da na reži prileti naenkrat le po en elektron?
9. Kako lahko z interferenčnim poskusom na dveh režah določimo valovno dolžino elektronov?
10. Kakšna bi bila porazdelitev elektronov na zaslonu, če bi pri eksperimentu s curkom elektronov na dveh tankih režah polovico časa pokrili eno, polovico časa pa drugo režo, tako da bi vedeli skozi katero od rež so elektroni prehajali na zaslon?
11. Pojasni princip komplementarnosti pri opisu masnih delcev ali svetlobe.
12. Ali lahko hkrati natančno določimo lego elektrona in njegovo valovno dolžino oziroma gibalno količino? Kaj pove Heisenbergovo načelo nedoločenosti?
13. Pojasni analogijo, ki pravi, da so snovni valovi za masne delce to, kar je elektromagnetno valovanje za fotone. Skiciraj amplitudo električnega polja E pri osnovnem in prvem vzbujenem stoječem EM valu med dvema vzporednima zrcaloma, ki sta razmaknjena za razdaljo L . Skiciraj še gostoto energije v EM valu ($w = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$) za ti dve stoječi valovanji. Kakšna je verjetnost, da najdemo foton na nekem ozkem intervalu dx med zrcaloma?

14. Kako opišemo elektron z valovno funkcijo? Po analogiji s stoječim EM valom skiciraj osnovno in prvo vzbujeno valovno funkcijo $\Psi(x)$ in kvadrat valovne funkcije $\Psi^2(x)$ za elektron, ki se giblje v enodimenzionalni potencialni jami širine L . Upoštevaj, da ima potencialna jama neskončno visoke stene.
15. Kako z valovno funkcijo določimo verjetnost, da se elektron, ki se giblje v potencialni jami vzdolž osi x , nahaja na nekem ozkem intervalu dx ? Kako je valovna funkcija normirana? Kako določimo povprečno lego elektrona v potencialni jami?
16. Kakšen je energijski spekter elektrona v enodimenzionalni potencialni jami z neskončno visokimi stenami? Zapiši gibalno količino in kinetično energijo elektrona v osnovnem in v višjih vzbujenih stanjih.
17. Ali lahko elektron miruje v končno široki potencialni jami? Pokaži, da bi bil v tem primeru kršen Heisenbergov princip nedoločenosti.
18. Pokaži, da je pri osnovnem stanju elektrona v potencialni jami izpolnjen Heisenbergov princip nedoločenosti.
19. Zapiši časovno neodvisno Schroedingerjevo valovno enačbo, ki opiše gibanje elektrona v eni dimenziji.
20. Skiciraj osnovno in prvo vzbujeno valovno funkcijo $\Psi(x)$ za elektron v enodimenzionalni potencialni jami s končno visokimi stenami. Pojasni, kakšna je verjetnost, da se elektron nahaja zunaj potencialne jame.
21. Opiši tunelski efekt na primeru elektrona, ki se giblje v enodimenzionalni potencialni jami, ko je potencialna bariera na robu jame ozka.

Preverjanje znanja

1. Katere od spodaj navedenih pojavov je mogoče popolnoma pojasniti samo z valovnimi lastnostmi svetlobe?
 - A: Mavrica.
 - B: Črtast absorpcijski spekter enoatomnih plinov.
 - C: Fotoefekt.
 - D: Sipanje rentgenskih žarkov na prostih elektronih.
 - E: Interferenca laserske svetlobe na uklonski mrežici.
 - F: Spekter sevanja črnega telesa.
 - G: Lom in odboj svetlobe na prehodu med dvema snovema.
 - H: Hitrost svetlobe v vakuumu.
2. Energija fotona pri elektromagnetnem (EM) valovanju je sorazmerna:
 - A: amplitudi EM valovanja.
 - B: frekvenci EM valovanja.
 - C: valovni dolžini EM valovanja.
 - D: hitrosti EM valovanja.
 - E: Energija fotona je neodvisna od valovnih lastnosti EM valovanja.
3. Na kovinsko ploščo posvetimo z enobarvno svetlobo. Od česa je odvisna maksimalna kinetična energija fotoelektronov, ki jih svetloba izbije iz plošče?
 - A: Od amplitude električnega polja v vpadnem EM valu.
 - B: Od frekvence svetlobe.
 - C: Od gostote svetlobnega toka.
 - D: Od časa obsevanja.
 - E: Od izstopnega dela kovine, iz katere je plošča.
4. Kolikšna je energija fotona vidne svetlobe (rdeče) z valovno dolžino 620 nm? (Produkt Planckove konstante ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js) in hitrosti svetlobe ($c = 3.0 \times 10^8$ m/s) lahko zapišemo v bolj praktičnih enotah $hc = 1242$ eVnm)
 - A: 2 μ J
 - B: 2 eV
 - C: 620 eV
 - D: 770 keV
 - E: 2 J

5. Curek rdeče svetlobe z valovno dolžino 600 nm in curek modre svetlobe z valovno dolžino 450 nm padata na zaslon. Gostota energijskega toka je pri obeh curkih enaka. Pri katerem curku pade na zaslon več fotonov v enakem času?
- A:** Število fotonov na časovno enoto je enako pri obeh curkih.
- B:** Več fotonov na časovno enoto pade na zaslon pri modri svetlobi.
- C:** Več fotonov na časovno enoto pade na zaslon pri rdeči svetlobi.
6. Če posvetimo z laserskim žarkom na uklonsko mrežico, dobimo na zaslonu za mrežico značilno uklonsko sliko (uklonske maksimume). Kaj pa, če jakost laserskega žarka tako zmanjšamo, da na zaslon skozi mrežico prileti na enkrat le po en foton, če torej čez uklonsko mrežico spuščamo posamične fotone? Ali se bo po dovolj dolgem času, ko bomo na zaslonu detektirali dovolj fotonov, tudi pojavila enaka uklonska slika?
- A:** Uklonske slike ne dobimo, ker foton ne more interferirati sam s sabo na poti skozi uklonsko mrežico.
- B:** Uklonska slika bo na koncu enaka kot pri poskusu z močnim curkom.
- C:** Slika na zaslonu ne bo pokazala značilnih interferenčnih maksimumov, ampak bo enaka vsoti uklonskih slik, ki jih dobimo pri prehodu svetlobe skozi posamično režo.
- D:** Na zaslonu dobimo senco uklonske mrežice.
7. Pri kateri od spodaj navedenih elektromagnetnih valovanj imajo fotoni največjo gibalno količino?
- A:** Vidna svetloba
- B:** Radijski valovi
- C:** Rentgenski žarki
- D:** UV svetloba
8. Pri Comptonovem sipanju elektromagnetnega valovanja na prostih elektronih je valovna dolžina sipane svetlobe
- A:** enaka valovni dolžini vpadne svetlobe.
- B:** manjša od valovne dolžine vpadne svetlobe.
- C:** večja od valovne dolžine vpadne svetlobe.
- D:** odvisna od sipalnega kota sipane svetlobe glede na smer vpadne svetlobe.

9. Sipanje elektromagnetnega valovanja na prostih elektronih (Comptonovo sipanje) lahko pojasnimo samo če:
- A:** pojav opišemo kot elastični trk dveh delcev (fotona in elektrona), pri čemer moramo upoštevati ohranitev celotne gibalne količine in kinetične energije obeh delcev.
 - B:** upoštevamo, da električno polje vpadnega elektromagnetnega valovanja, ki niha s frekvenco ν_0 , vzbudi nihanje elektrona, ki nato izseva elektromagnetno valovanje kot dipolna antena.
 - C:** upoštevamo, da pride do uklona elektromagnetnega valovanja na elektronu.
10. Kateri pojav oziroma eksperiment dokazuje valovno naravo elektrona?
- A:** Fotoefekt.
 - B:** Comptonov efekt.
 - C:** Sipanje curka elektronov na kristalih.
 - D:** Detekcija elektronov z elektronskim detektorjem.
11. Kaj se zgodi, če usmerimo ozek curek elektronov, ki imajo vsi enako kinetično energijo 50 eV, skozi tanek kovinski listič proti fluorescenčnemu zaslonu? Kovinski listič ima kristalno strukturo.
- A:** Elektroni se bodo na kristalni površini odbijali kot elastične žogice na gladki podlagi. Na zaslonu dobimo ves sipani curek na enem mestu (eno svetlo piko).
 - B:** Elektroni se bodo sipali na kristalnih ravninah in interferirali med sabo kot enobarvna svetloba na uklonski mrežici. Na zaslonu dobimo uklonske maksimume (več razmaknjenih svetlih prog – koncentričnih obročev.).
 - C:** Elektroni se bodo naključno sipali v vse smeri zaradi naključnih trkov s posameznimi atomi. Cel zaslon bo enakomerno osvetljen.
12. S katero količino je neposredno povezana valovna dolžina elektrona?
- A:** Z maso elektrona
 - B:** Z gibalno količino elektrona
 - C:** Z električnim nabojem elektrona
 - D:** S spinom elektrona.
 - E:** Z električno potencialno energijo elektrona.
13. De Broglieva valovna dolžina za elektron, ki se giblje s hitrostjo 1×10^5 m/s, je 7.3 nm. Kolikšna je valovna dolžina elektrona, ki se giblje dvakrat hitreje?
- A:** Enaka (7.3 nm): valovna dolžina elektrona ni odvisna od njegove hitrosti.
 - B:** Dvakrat večja (14.6 nm)
 - C:** Dvakrat manjša (3.65 nm)
 - D:** Štirikrat večja (29.2 nm)
 - E:** Štirikrat manjša (1.8 nm)

14. Oceni, kako natančno lahko določimo gibalno količino elektrona, ki je ujet v enodimenzionalni potencialni jami širine 0.1 nm. (Planckova konstanta: $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js)
- A:** Gibalno količino elektrona lahko ocenimo poljubno natančno.
 - B:** Nenatančnost je večja od 6.6×10^{-24} kgm/s
 - C:** Nenatančnost je večja od 0.5×10^{-24} kgm/s
 - D:** Nenatančnost je manjša od 3.3×10^{-24} kgm/s
 - E:** Gibalne količine elektrona sploh ne moremo določiti.
15. Elektron je ujet v potencialni jami s širino 10 nm. Ali lahko v taki potencialni jami miruje?
- A:** Vedno lahko miruje.
 - B:** Lahko miruje samo pri dovolj nizki temperaturi okolice.
 - C:** Lahko bi miroval samo pri absolutni ničli.
 - D:** V nobenem primeru ne more mirovati. (To nam pove Heisenbergovo načelo nedoločenosti.)
16. Katera od spodnjih trditev je pravilna pri opisu elektrona, ki se, klasično gledano, elastično odbija med dvema stenama, ki sta razmaknjeni za razdaljo L ?
- A:** Kinetična energija elektrona v osnovnem stanju je nič.
 - B:** Elektron ima lahko poljubno kinetično energijo.
 - C:** Gibalna količina elektrona je kvantizirana.
 - D:** Gibalna količina elektrona je obratno sorazmerna z razdaljo med stenama L .
17. Valovno funkcijo elektrona označimo z ψ . Kaj predstavlja $|\psi|^2$?
- A:** Energijo
 - B:** Gostoto energije
 - C:** Verjetnost
 - D:** Verjetnostno gostoto
18. Valovna funkcija elektrona, ki se giblje v enodimenzionalni potencialni jami s širino L , je normirana na naslednji način $\int_0^L |\psi(x)|^2 dx = 1$. Kaj to pomeni?
- A:** Amplituda valovne funkcije je ena.
 - B:** Valovna dolžina elektrona je ena.
 - C:** Elektron se zagotovo nahaja znotraj potencialne jame.
 - D:** Verjetnost, da najdemo elektron nekje znotraj potencialne jame, je ena.
 - E:** Verjetnost, da najdemo elektron v ozkem intervalu širine dx je ena.

19. Elektron je ujet v enodimenzionalni potencialni jami z neskončno visokimi stenami, razmaknjenimi za razdaljo L . Katere od spodnjih trditev so pravilne.

A: Valovna funkcija elektrona v osnovnem stanju je podana z:

$$\psi(x) = A \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right).$$

B: Energija elektrona v tretjem vzbujenem stanju je trikrat večja kot v osnovnem.

C: Ko je elektron v prvem vzbujenem stanju, je verjetnost, da ga najdemo na ozkem intervalu okoli sredine potencialne jame enaka nič. (Verjetnostna gostota ima vozle v sredini potencialne jame.)

20. Kateri od spodaj navedenih makroskopskih dogodkov bi lahko po analogiji ustrezal tunelskemu pojavu, ki ga poznamo pri osnovnih delcih?

A: Potovanje avtomobila iz ene strani hriba na drugo skozi tunel v hribu.

B: Prehod topovske granate skozi list papirja.

C: Naskakovanje svetovnega rekorda pri skokih v višino s palico. Po dovolj velikem številu poskusov tekmovalcu vendarle uspe preskočiti rekordno višino.

D: Kroglica v skledi v obliki polkrogle se kotali iz ene strani sklede na drugo (niha), tako da ne doseže zgornjega roba sklede, ampak se pri vsakem nihaju zaustavi nekaj centimetrov pod robom in se zakotali nazaj proti dnu. Ko nekaj časa tako potuje sem in tja po skledi, se nenadoma znajde na mizi zunaj sklede (brez naše pomoči).

21. Ko elektron tunelira skozi potencialno plast, je znotraj plasti:

A: kinetična energija elektrona negativna.

B: hitrost elektrona negativna.

C: gibalna količina elektrona negativna.

D: masa elektrona negativna.

E: naboj elektrona pozitiven.

F: vrtilna količina elektrona negativna.

REŠITVE

Preverjanje znanja: Osnove kvantne mehanike

1. A,E,G,H
2. B
3. B,E
4. B
5. C
6. B
7. C
8. C,D
9. A
10. C
11. B
12. B
13. C
14. C
15. D
16. C,D
17. D
18. C,D
19. A,C
20. D
21. A