

کوانٹم میکینیات

خالد حنان یوسفزئی

جامعہ کامپیٹ، اسلام آباد

khalidyou safzai@comsats.edu.pk

۱۲/ اگست ۲۰۲۱

عنوان

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

v

۱	تفاعل موج	۱
۱	۱.۱ شر و ڈنگر مساوات	۱
۲	۱.۲ شکاریاتی مفہوم	۲
۵	۱.۳ احتمال	۵
۵	۱.۳.۱ غیر مسلسل تغیرات	۵
۹	۱.۳.۲ استمراری تغیرات	۹
۱۲	۱.۴ معمول زنی	۱۲
۱۵	۱.۵ معیار حرکت	۱۵
۱۸	۱.۶ اصول عدم یقینیت	۱۸
۲۵	۲ غیر متابع وقت شر و ڈنگر مساوات	۲۵
۲۵	۲.۱ ساکن حالات	۲۵
۳۱	۲.۲ لامستثنائی چپکور کنواں	۳۱
۴۰	۲.۳ ہارمونی سر نقش	۴۰
۴۲	۲.۳.۱ الجبرائی ترکیب	۴۲
۵۱	۲.۳.۲ تحلیلی ترکیب	۵۱
۵۹	۲.۴ آزاد ذرہ	۵۹
۶۸	۲.۵ ڈیلٹا تفاعل محفہ	۶۸
۶۸	۲.۵.۱ مقید حالات اور بکھراؤ حالات	۶۸
۷۰	۲.۵.۲ ڈیلٹا تفاعل کنواں	۷۰
۷۹	۲.۶ مستثنائی چپکور کنواں	۷۹
۸۹	۳ قواعد و ضوابط	۸۹
۸۹	۳.۱ ہلبرٹ فضا	۸۹
۹۳	۳.۱.۱ متبادل معلوم حالات	۹۳
۹۵	۳.۲ ہر مشی عامل کے امتیازی تفاعل	۹۵

۳.۲.۱	غیر مسلسل طیف	۹۵
۳.۲.۲	استمراری طیف	۹۷
۳.۳	متعمم شمارائی مفہوم	۱۰۰
۳.۴	اصول عدم یقینیت	۱۰۴
۳.۴.۱	اصول عدم یقینیت کا ثبوت	۱۰۴
۳.۴.۲	کم سے کم عدم یقینیت کا موجدی اکٹھ	۱۰۸
۳.۴.۳	توانائی و وقت اصول عدم یقینیت	۱۰۸
۳.۵	ڈیراک عملائیت	۱۱۳
۴	تین البادی کو انٹرمیکانیات	۱۲۷
۴.۱	کروی محدود میں مساوات شروڈنگر	۱۲۷
۴.۱.۱	علیحدگی متغیرات	۱۲۹
۴.۱.۲	زاویائی مساوات	۱۳۰
۴.۱.۳	ردای مساوات	۱۳۵
۴.۲	ہائیڈروجن جوہر	۱۳۹
۴.۲.۱	ردای تقف عمل موج	۱۴۰
۴.۲.۲	ہائیڈروجن کا طیف	۱۵۰
۴.۳	زاویائی معیار حرکت	۱۵۲
۴.۳.۱	امتیازی اقتدار	۱۵۳
۴.۳.۲	مقناطیسی میدان میں ایک الیکٹران	۱۵۸
۵	متماثل ذرات	۱۶۵
۵.۱	دوزراتی نظام	۱۶۵
۵.۱.۱	بوزان اور فرمیون	۱۶۷
۵.۱.۲	قوت مبادلہ	۱۷۰
۵.۲	جوہر	۱۷۳
۵.۲.۱	ہیلیم	۱۷۴
۵.۲.۲	دوری جدول	۱۷۶
۵.۳	ٹھوس اجسام	۱۷۸
۵.۳.۱	آزاد الیکٹرون گیس	۱۷۹
۵.۳.۲	سخت پٹی	۱۸۲
۵.۴	کو انٹرمیکانیات	۱۸۷
۵.۴.۱	ایک مثال	۱۸۸
۶	غیر تاجع وقت نظریہ اضطراب	۱۸۷
۶.۱	غیر انخطاطی نظریہ اضطراب	۱۸۷
۶.۱.۱	عمومی مضابطہ بندی	۱۸۷
۶.۱.۲	اول رتبہ نظریہ	۱۸۸
۶.۱.۳	دوم رتبہ توانائیاں	۱۹۲
۶.۲	انخطاطی نظریہ اضطراب	۱۹۳

۶.۲.۱	دوپڑتا انحطاط	۱۹۳
۶.۲.۲	بلند رقی انحطاط	۱۹۷
۶.۳	پائیز روجن کا مہین ساخت	۲۰۱
۶.۳.۱	اضافیتی تصحیح	۲۰۲
۶.۳.۲	چپکرومدار ربط	۲۰۵
۶.۴	زیسان اثر	۲۰۹
۶.۴.۱	کمزور میدان زیسان اثر	۲۰۹
۶.۴.۲	طاقتور میدان زیسان اثر	۲۱۱
۶.۴.۳	درمیانی طاقت میدان زیسان اثر	۲۱۲
۶.۴.۴	نہایت مہین بٹوارہ	۲۱۳

۷	تغیری اصول	۲۰۱
---	------------	-----

۸	وکب تخمین	۲۰۳
---	-----------	-----

۹	تابع وقت نظریہ اضطراب	۲۰۵
۹.۱	دو سطحی نظام	۲۰۶
۹.۱.۱	معطرب نظام	۲۰۶
۹.۱.۲	تابع وقت نظریہ اضطراب	۲۰۹
۹.۲	اشعاعی احسراج اور انجذاب	۲۱۱
۹.۲.۱	برقن طیبی امواج	۲۱۱
۹.۲.۲	انجذاب، تحرق شدہ احسراج اور خود باخود احسراج	۲۱۱
۹.۲.۳	غیر آتشی اضطراب	۲۱۳
۹.۳	خود باخود احسراج	۲۱۴
۹.۳.۱	آنشائن A اور B عددی سر	۲۱۴
۹.۳.۲	بیمجان حال کا عرصہ حیات	۲۱۶
۹.۳.۳	قواعد انتخاب	۲۱۹

۱۰	حرارت ناگزیر تخمین	۲۲۹
۱۰.۱	مسئلہ حرارت ناگزیر	۲۲۹
۱۰.۱.۱	حرارت ناگزیر عمل	۲۲۹

۱۱	بھراو	۲۱۳
۱۱.۱	تعارف	۲۱۳
۱۱.۱.۱	کلاسیکی نظریہ بھراو	۲۱۳
۱۱.۱.۲	کوانٹم نظریہ بھراو	۲۱۵
۱۱.۲	حبزوی موج تجزیہ	۲۱۶
۱۱.۲.۱	اصول وضوابط	۲۱۶
۱۱.۲.۲	لایا عمل	۲۱۹
۱۱.۳	مستقلات حیظ	۲۲۱

۲۲۴	بارن تخمین	۱۱.۴
۲۲۴	مسادات شروڈنگر کی تکمیلی روپ	۱۱.۴.۱
۲۲۸	بارن تخمین اوّل	۱۱.۴.۲
۲۳۲	شسل بارن	۱۱.۴.۳

۲۳۵	پس نوشت	۱۲
۲۳۶	آمنٹائن پوڈلکیوروزن تضاد	۱۲.۱
۲۳۷	مسئلہ بل	۱۲.۲
۲۴۱	مسئلہ کلیمہ	۱۲.۳
۲۴۲	شروڈنگر کی پئی	۱۲.۴
۲۴۳	کوانٹم زیئو تضاد	۱۲.۵

جوابات

۲۴۹	خطی الجبرا	۱
۲۴۹	سمتیات	۱.۱
۲۴۹	اندرونی ضرب	۲.۱
۲۴۹	فتالب	۳.۱
۲۴۹	تبدیلی اساس	۴.۱
۲۴۹	امستیزی تفاعلات اور امستیزی افتدار	۵.۱
۲۴۹	هر مشی تبدالے	۶.۱

فهرتنگ

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

گزشتہ چند برسوں سے حکومت پاکستان اعلیٰ تعلیم کی طرف توجہ دے رہی ہے جس سے ملک کی تاریخ میں پہلی مرتبہ اعلیٰ تعلیمی اداروں میں تحقیق کا رجحان پیدا ہوا ہے۔ امید کی جاتی ہے کہ یہ سلسلہ جاری رہے گا۔ پاکستان میں اعلیٰ تعلیم کا نظام انگریزی زبان میں رائج ہے۔ دنیا میں تحقیقی کام کا بیشتر حصہ انگریزی زبان میں ہی چھپتا ہے۔ انگریزی زبان میں ہر موضوع پر لاتعداد کتابیں پائی جاتی ہیں جن سے طلب و طالبات استفادہ کرتے ہیں۔

ہمارے ملک میں طلب و طالبات کی ایک بہت بڑی تعداد بنیادی تعلیم اردو زبان میں حاصل کرتی ہے۔ ان کے لئے انگریزی زبان میں موجود مواد سے استفادہ کرنا تو ایک طرف، انگریزی زبان از خود ایک رکاوٹ کے طور پر ان کے سامنے آتی ہے۔ یہ طلب و طالبات ذہین ہونے کے باوجود آگے بڑھنے اور قوم و ملک کی بھرپور خدمت کرنے کے قابل نہیں رہتے۔ ایسے طلب و طالبات کو اردو زبان میں نصاب کی اچھی کتابیں درکار ہیں۔ ہم نے قومی سطح پر ایسا کرنے کی کوئی خاطر خواہ کوشش نہیں کی۔

میں برسوں تک اس صورت حال کی وجہ سے پریشانی کا شکار رہا۔ کچھ کرنے کی نیت رکھنے کے باوجود کچھ نہ کر سکتا تھا۔ میرے لئے اردو میں ایک صفحہ بھی لکھنا ناممکن تھا۔ آخر کار ایک دن میں نے اپنی اس کمزوری کو کتاب نہ لکھنے کا جواز بنانے سے انکار کر دیا اور یوں یہ کتاب وجود میں آئی۔

یہ کتاب اردو زبان میں تعلیم حاصل کرنے والے طلب و طالبات کے لئے نہایت آسان اردو میں لکھی گئی ہے۔ کوشش کی گئی ہے کہ اسکول کی سطح پر نصاب میں استعمال ہونے والے تکنیکی الفاظ ہی استعمال کئے جائیں۔ جہاں ایسے الفاظ موجود نہ تھے وہاں روزمرہ میں استعمال ہونے والے الفاظ چنے گئے۔ تکنیکی الفاظ کی چٹائی کے وقت اس بات کا دہان رکھا گیا کہ ان کا استعمال دیگر مضامین میں بھی ممکن ہو۔

کتاب میں بین الاقوامی نظام اکائی استعمال کی گئی ہے۔ اہم متغیرات کی علامتیں وہی رکھی گئی ہیں جو موجودہ نظام تعلیم کی نصابی کتابوں میں رائج ہیں۔ یوں اردو میں لکھی اس کتاب اور انگریزی میں اسی مضمون پر لکھی کتاب پڑھنے والے طلب و طالبات کو ساتھ کام کرنے میں دشواری نہیں ہوگی۔

امید کی جاتی ہے کہ یہ کتاب ایک دن حوالہ اردو زبان میں انجینئرنگ کی نصابی کتاب کے طور پر استعمال کی جائے گی۔ اردو زبان میں برقی انجینئرنگ کی مکمل نصاب کی طرف یہ پہلا قدم ہے۔

اس کتاب کے پڑھنے والوں سے گزارش کی جاتی ہے کہ اسے زیادہ سے زیادہ طلب و مطالبات تک پہنچانے میں مدد دیں اور انہیں جہاں اس کتاب میں غلطی نظر آئے وہ اس کی نشاندہی میری ای۔ میل پر کریں۔ میں ان کا نہایت شکر گزار ہوں گا۔

اس کتاب میں تمام غلطیاں مجھ سے ہی سرزد ہوئی ہیں البتہ انہیں درست کرنے میں بہت لوگوں کا ہاتھ ہے۔ میں ان سب کا شکریہ ادا کرتا ہوں۔ یہ سلسلہ ابھی جاری ہے اور مکمل ہونے پر ان حضرات کے تاثرات یہاں شامل کئے جائیں گے۔

میں یہاں کامیٹ یونیورسٹی اور ہائر ایجوکیشن کمیشن کا شکریہ ادا کرنا چاہتا ہوں جن کی وجہ سے ایسی سرگرمیاں ممکن ہوئیں۔

حنالد حنان یوسفزئی

28 اکتوبر 2011ء

باب ۱۰

حرارت ناگزرتخمین

۱۰.۱ مسئلہ حرارت ناگزرت

۱۰.۱.۱ حرارت ناگزرت عمل

فرض کریں ایک کامل لٹکن انتصابی ستہ میں بغیر کسی رگڑیا ہوائی مزاحمت کے آگے پیچھے ارتعاش کرتا ہے اگر آپ اس لٹکن کو جھٹکے ہلائیں تو یہ امپرافسری کے ساتھ دائری صورت میں حرکت کرنے لگے گا لیکن اگر آپ بغیر جھٹکے کے لٹکن کو آہستہ آہستہ ایک مقام سے دوسری مقام منتقل کریں شکل 1.10 تب لٹکن اسی سطح یا اس کے متوازی سطح میں شائستگی اور روانی سے اسی جیلہ کے ساتھ جھلوتارہے گا بیرونی حالات کی بہت آہستہ آہستہ تبدیلی ہی حرارت نہ گزرت عمل کی پہچان ہے دھیان رہے کہ یہاں دو مختلف امتیازی وقتوں کی بات کی جارتی ہے نظام کی حرکت جو یہاں لٹکن کی ارتعاش کا دوری عرصہ ہوگا کو ظاہر کرنے والا اندرونی وقت T_i اور نظام میں نمایاں تبدیلی مثلاً لرزتے ہوئے چپو ترا پر نصب لٹکن کی صورت میں چپو ترے کی لرزش کا دوری عرصہ کو ظاہر کرنے والا بیرونی وقت T_e حرارت ناگزرت عمل میں $T_e \gg T_i$ ہوگا حرارت نہ گزرت عمل کے تجزیہ کا بنیادی حکمت عملی یہ ہوگا کہ پہلے بیرونی عوامل مقام معلوم کو غیر متغیر رکھتے ہوئے مسئلہ حل کیا جاتا ہے اور حساب کے بالکل آخر میں انہیں بہت آہستہ آہستہ وقت کے ساتھ تبدیل ہونے کی اجازت دی جاتی ہے مثال کے طور پر مقررہ لمبائی L کی لٹکن کا کلاسیکی دوری عرصہ $2\pi\sqrt{L/g}$ ہوگا اب اگر لمبائی آہستہ آہستہ تبدیل ہوتی دوری عرصہ بظاہر $2\pi\sqrt{L(t)/g}$ ہوگا حصہ 3.7 میں ہائیڈروجن سالہ پر تبصرہ کے دوران ایک زیادہ باریک بین مثال پیش کی گئی ہم نے آغاز میں مرکزہ کو ساکن تصور کرتے ہوئے ان کے بچ فاصلہ R کی صورت میں الیکٹرون کی حرکت کے لئے حل کیا نظام کی زمینی حال توانائی کو R کے تقاضا کی صورت میں دریافت کرنے کے بعد ہم نے توازنی فاصلہ معلوم کر کے ترمیم کی ان حنائے مرکزہ کی لرزش کا تعدد حاصل کیا سوال 10.7 طبیعت سالہ میں اس ترکیب کو جس میں ساکن مرکزہ سے آغاز کرتے ہوئے الیکٹرونی تقاضاات موج کا حساب کر کے ان سے نسبتاً سست رفتار مرکزہ کی مقامات اور

حرکت کے بارے میں معلومات حاصل کرنے کو بارن واپن ہائپر تخمین کہتے ہیں حرارت نہ گزرتخمین کے بنیادی تصور کو ایک مسئلہ کے روپ میں پیش کیا جاسکتا ہے مندرجہ کریں ہیمیلٹنی ابتدائی روپ H^i سے بہت آہستہ آہستہ تبدیل ہو کر کسی اختتامی روپ H^f تک پہنچتا ہے مسئلہ حرارت نہ گزرتخمین ہے کہ اگر ذرا ابتدائی طور پر H^i کے n وی امتیازی حال میں پایا جاتا ہوں تب یہ زیر مساوات شروع و نگر H^f کی n وی امتیازی حال میں منتقل ہوگا میں یہاں مندرج کرتا ہوں کہ H^i سے H^f تک تحویل کے دوران طیف غیر مسلسل اور غیر انخطاطی ہے یہ حالات کی ترتیب کوئی شبہ نہیں پایا جائے گا امتیازی تقاضات پر نظر رکھنے کی کوئی ترکیب وضع کرنے سے ان شرائط کو نرم بنایا جاسکتا ہے لیکن میں یہاں ایسا نہیں کروں گا مثال کے طور پر ہم لامتناہی چپ کو رکناؤں میں ایک ذرا کو زمینی حال میں تیار کرتے ہیں شکل 2.10 (الف)

$$(۱۰.۱) \quad \psi^i(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right)$$

اب دائیں دیوار کو بہت آہستہ آہستہ مقام $2a$ پر منتقل کیا جاتا ہے مسئلہ حرارت نہ گزرتخمین کے تحت ماسوائے حیز و ضربی ہیئت کے یہ ذرہ تو وسیع شدہ کنواں کے زمینی حال میں منتقل ہوگا شکل 2.10 (ب)

$$(۱۰.۲) \quad \psi^f(x) = \sqrt{\frac{1}{a}} \sin\left(\frac{\pi}{2a}x\right)$$

دھیان رہے کہ نظریہ اضطراب کی طرح ہم ہیمیلٹنی میں ایک چھوٹی تبدیلی کی بات نہیں کر رہے ہیں یہاں تبدیلی بہت بڑی ہے فقط اتنا ضروری ہے کہ تبدیلی بہت آہستہ آہستہ رونما ہو یہاں توانائی کی بقا نہیں ہوگی جو بھی دیوار کو حرکت دے رہا ہے نظام سے توانائی حاصل کرے گا جیسا کہ گاڑی کی انجن کے شلنڈر میں آہستہ آہستہ پھیلتا ہوا گیس بوکا کو توانائی فراہم کرتا ہے اس کے برعکس کنواں کی اچانک وسط کی صورت میں حال $\psi^i(x)$ ہی رہتا ہے شکل 2.10 (ج) جو نئے ہیمیلٹنی کے امتیازی حالات کا ایک پیچیدہ خطی جوڑ ہوگا سوال 38.2 یہاں توانائی کی بقا ہوگی کم از کم اس کی توقعاتی قیمت کی ضرور ہوگی جیسا اچانک رکاوٹ ہٹانے سے حلال میں گیس کی آزادانہ پھیلاؤ سے کوئی کام نہیں ہوتا سوال ۱۰.۱: ایک لامتناہی چپ کو رکناؤں جس کی دائیں دیوار ایک مستقل سمتی رفتار v سے حرکت کرتے ہوئے کنواں کو وسیع بناتا ہے کو بالکل ٹھیک ٹھیک حل کرنا ممکن ہے اس کے حلوں کا مکمل سلسلہ درج ذیل ہوگا

$$(۱۰.۳) \quad \Phi_n(x, t) \cong \sqrt{\frac{2}{\omega}} \sin\left(\frac{n\pi}{\omega}x\right) e^{i(mvx^2 - 2E_n^i at) / \hbar \omega}$$

جہاں $w(t) \equiv a + vt$ کنواں کی لمبائی چوڑائی اور چوڑائی a کے اصل کنواں کی n ویں اجزائی توانائی $E_n^i \equiv n^2 \pi^2 \hbar^2 / 2ma^2$ ہے عمومی حل ان Φ کا ایک خطی جوڑ:

$$(۱۰.۴) \quad \Psi(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n \Phi_n(x, t)$$

ہوگا جہاں عددی سر c_n وقت t کے تابع نہیں ہوں گے

۱. دیکھیں آیا تابع وقت شروع و نگر مساوات بمع مناسب سرحدی شرائط کو مساوات 3.10 مطمئن کرتی ہے

ب. فرض کریں اصل کنواں کی زمینی حال میں ایک ذرہ آغاز ($t = 0$) کرتا ہے

$$\Psi(x, 0) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right)$$

دکھائیں کہ پھیلاؤ کے عددی سروں کو درج ذیل روپ میں لکھا جاسکتا ہے

$$c_n = \frac{2}{\pi} \sum_0^{\pi} e^{-iaz^2} \sin(nz) \sin(z) dz \quad (10.5)$$

جہاں $\alpha \equiv mva/2\pi^2\hbar$ کنواں کی پھیلنے کی رفتار کی ایک بے یو دی پیمائش ہے بد قسمتی سے اس عمل کی قیمت کو بنیادی تقاضات کی صورت میں حاصل نہیں کیا جاسکتا ہے

ج. فرض کریں ہم کنواں کو ابتدائی چوڑائی کے دگنا چوڑائی تک پھیلنے دیتے ہیں یوں بیرونی وقت $2a$ ہوگا $w(T_e) =$ ابتدائی زمینی حال کے تابع وقت قوت نمائی حبز و ضربی کا دورانیہ اندرونی وقت ہوگا وقت T_e اور T_i تعین کر کے دیکھئے کہ حرکت نہ گزر صورت حال سے مراد $1 \ll \alpha$ ہوگا جس کے تحت مکمل کے دائرہ کار پر $e^{-iaz^2} \cong 1$ ہوگا اس کو استعمال کرتے ہوئے پھیلاؤ کے عددی سر c_n تعین کریں حال $\Psi(x, t)$ تیار کر کے تصدیق کریں کہ یہ مسئلہ حرارت نہ گزر کے مطابق ہے

د. دکھائیں گے $\Psi(x, t)$ میں حبز و پیمائش کو درج ذیل روپ میں لکھا جاسکتا ہے

$$\theta(t) = -\frac{1}{\hbar} \int_0^1 E_1(t') dt' \quad (10.6)$$

جہاں t پر لحاظ امتیازی و قدر $E_n(t) \equiv n^2\pi^2\hbar^2/2m\omega^2$ ہوگا اس نتیجہ پر تبصرہ کریں

جوابات

فهرست

54relation,	allowed
energy	26energies,
22allowed,	51 argument,
31conservation,	Bessel
13ensemble,	99function,spherical
expectation	107energy,binding
6value,	Bohr
formula	106radius,
16Broglie,De	106formula,Bohr
Fourier	25conditions,boundary
52transform,inverse	98term,centrifugal
52transform,	83states,coherent
Frobenius	4collapses,
45method,	commutation
function	36relation,canonical
59delta,Dirac	90relations,canonical
generalized	36commutator,
59distribution,	28complete,
59function,	77continuous,
generating	90continuum,
50function,	coordinates
generator	91spherical,
86space,intranslation	3interpretation,Copenhagen
86time,intranslation	75degenerate,
Gram-Schmidt	delta
79process,orthogonalization	28Kronecker,
21Hamiltonian,	Dirac
harmonic	80orthonormality,
25oscillator,	77discrete,
	dispersion

- 3realist,
- 12potential,
- 97effective,
- probability
- 8density,
- quantum
- 105number,principle
- numberquantum
- 96azimuthal,
- 96magnetic,
- 99numbers,quantum
- 97equation,radial
- recursion
- 46formula,
- reflection
- 64coefficient,
- 73time,revival
- Rodrigues
- 49formula,
- 94formula,Rodrigues
- Rydberg
- 113constant,
- 113formula,
- Schrodinger
- 20time-independent,
- 1align,Schrodinger
- series
- 113Balmer,
- 28Fourier,
- 113Lyman,
- 113Paschen,
- 35power,
- 34Taylor,
- spherical
- 96harmonics,
- 11square-integrable,
- 7deviation,standard
- state
- 58bound,
- 113Helium,
- Hermitian
- 40conjugate,
- 3variables,hidden
- 2indeterminacy,
- ladder
- 38operators,
- Laguerre
- 108polynomial,associated
- 108polynomial,
- 90Laplacian,
- law
- 34Hooke,
- Legendre
- 94associated,
- linear
- 22combination,
- 113Lithium,
- 6mean,
- 6median,
- 14momentum,
- Neumann
- 99function,spherical
- 27node,
- 10normalization,
- 14operator,
- 38lowering,
- 38raising,
- 27orthogonal,
- 28orthonormal,
- Planck's
- 113formula,
- polynomial
- 48Hermite,
- position
- 3agnostic,
- 3orthodox,

- اتاقی
حالات، 83
اجزائی
توانائیاں، 26
استمراری، 77
استمراریہ، 90
اصول
عدم یقینیت، 16
انتشاری
رشتہ، 54
انخطاطی، 75
انعکاس
شرح، 64
اوسط، 6
- بقا
توانائی، 31
بندشی توانائی، 107
بوہر
رداس، 106
کلیہ، 106
بیل
کروی تقاعس، 99
- پلانک
کلیہ، 113
پیداکار
فضا میں انتقال کا، 86
وقت میں انتقال، 86
پیداکار
تقاعس، 50
- تبادلہ
باضابطہ رشتہ، 36
باضابطہ رشتہ، 90
تبادلہ کار، 36
تجدیدی عرصہ، 73
ترسیل
شرح، 64
- تسل
المر، 113
پاشن، 113
- 27excited,
107,27ground,
58scattering,
statistical
2interpretation,
66function,step
theorem
28Dirichlet's,
15Ehrenfest,
52Plancherel,
112transition,
transmission
64coefficient,
65,58tunneling,
58points,turning
16principle,uncertainty
variables
19of,separation
7variance,
velocity
54group,
54phase,
wave
64incident,
52packet,
64reflected,
64transmitted,
1function,wave
16wavelength,

- ساکن
حالات، 21
سرحدی شرائط، 25
سرنگ زنی، 58، 65
سگرا، 13
سوچ
انکاری، 3
تقلید پسند، 3
حقیقت پسند، 3
سیڑھی
عاملین، 38
سیڑھی تفاعل، 66
شروڈنگر
غیر تابع وقت، 20
شروڈنگر تصویر کشی، 86
شروڈنگر مساوات، 1
شماریاتی مفہوم، 2
طول موج، 16، 113
عامل
تقلیل، 38
رفت، 38
عبور، 112
عدم تعین، 2
عدم یقینیت اصول، 16
عندروہ، 27
علیحدگی متغیرات، 19
عمودی، 27
معیاری، 28
غیر مسلسل، 77
منرو وینوس
ترکیب، 45
فوریسر
الٹ بدل، 52
بدل، 52
قابل تکامل مربع، 11
قانون
- ٹیلر، 34
طامتی، 35
فوریسر، 28
لیمان، 113
تغییریت، 7
تفاع
ڈیلٹا، 59
تفاعل موج، 1
توالی
کلیہ، 46
توانائی
اجزائی، 22
توقعاتی
قیمت، 6
جفت
تفاعل، 24
حال
بکھراؤ، 58
زمینی، 27، 107
مقید، 58
ہیجان، 27
خطی جوڑ، 22
خفیہ متغیرات، 3
دلیل، 51
ڈیراک
معیاری عمودیت، 80
ڈیلٹا
کرونیگر، 28
رداسی مساوات، 97
رڈبرگ، 113
کلیہ، 113
رفتار
دوری سستی، 54
گروہی سستی، 54
روڈریگیس
کلیہ، 94

- ۳۴، ہا
- کثافت
- ۸، احتال
- کثیر رکنی
- ۴۸، ہرمانٹ
- کروی
- ۹۶، ہارمونیات
- کلیہ
- ۱۶، ڈی پروگ
- ۴۹، روڈریگیس
- کوانٹم
- ۱۰۵، صدر عدد
- ۹۹، کوانٹائی اعداد
- کوانٹائی عدد
- ۹۶، استی
- ۹۶، مقناطیسی
- ۳، کوپن ہیگن مفہوم
- گرام شمہ
- ۷۹، ترکیب عمودیت
- ۴، گر کر
- ۹۰، لاپلاسی
- لاگ
- ۱۰۸، شریک کثیر رکنی
- ۱۰۸، کثیر رکنی
- ۱۱۳، تقسیم
- لیوڈنڈر
- ۹۴، شریک
- متعمم
- ۵۹، تقا عمل
- ۵۹، تقسیم
- محمد
- ۹۱، کروی
- ۱۲، مخفیہ
- ۹۷، موثر
- مربعش
- ۲۵، ہارمونی
- ۹۸، مرکز گریز جبزو
- مسئلہ
- ۱۵، اہر نفٹ
- ۵۲، پلانشرال
- ۲۸، ڈرٹلہ
- ۱۰، معمول زنی
- ۱۴، معیار حرکت
- ۲۸، معیار عمودی
- ۷، معیاری انحراف
- ۲۸، مکمل
- موج
- ۶۴، آمدی
- ۶۴، ترسیلی
- ۶۴، منعکس
- ۵۲، موجی اکٹھ
- نیومن
- ۹۹، کروی تقا عمل
- ۵۸، واپسی نقاط
- ۶، وسطانیہ
- ہارمونی
- ۲۵، مربعش
- ۴۰، جوڑی دار
- ۸۶، ہیزنبرگ تصویر کشی
- ۱۱۳، ہیلیم
- ۲۱، ہیملٹنی