Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электрофизических установок и ускорителей

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теоретическая физика», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по тестам. Тест включает в себя 18 вопросов с возможностью выбора правильного ответа из предложенных. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту вопросы из списка в п.4.

Форма экзаменационного теста

1. Поток квантовых пропускается через круглое отверстие радиуса r, прорезанное в непрозрачном экране. Прошедшие частицы фиксируются на большом удалении, образуя на приемном экране напротив отверстия пятно некоторого радиуса r_1 . Что происходит с радиусом пятна, если радиус отверстия уменьшается с помощью диафрагмы?
a) уменьшается;
b) увеличивается;
c) остается неизменным.

2. При рассеянии электронов на периодической решетке была получена дифракционная картина. Во сколько раз должна отличаться энергия нейтронов от энергии рассеиваемых электронов, чтобы при рассеянии нейтронов получить ту же дифракционную картину:
a) в $m_т/m_e$ раз больше
b) в $m_т/m_e$ раз меньше
c) энергия должна быть той же самой

3. Волновой пакет движется в однородном внешнем поле $U(x) = -Fx$.
Какое из утверждений верно:
a) центр пакета движется равноускоренно с ускорением F/m;
b) равноускоренно увеличивается размер пакета.

4. Оператор d/dx является
a) эрмитовским;
b) антиэрмитовским;
c) ни то, ни другое.

5. Одновременно с импульсом частицы может быть измерена
a) ее кинетическая энергия;
b) потенциальная энергия;
c) полная энергия.

6. Z-проекция момента количества движения частицы может быть измерена одновременно

c
a) с координатой x;
b) с координатой y;
c) с координатой z;
d) ни с одной из них.

7. Какая из перечисленных ниже динамических величин сохраняется при движении частицы в однородном поле силы, направленной вдоль оси z?
a) z-проекция импульса;
b) z-проекция момента количества движения;
c) квадрат момента количества движения.

8. На гармонический осциллятор с собственной частотой ω_0 действует дополнительная постоянная сила F (соответствующий потенциал равен $U(x) = -Fx$). Что при этом происходит с энергетическим спектром осциллятора?
a) остается дискретным;
b) становится непрерывным.

9. Если на гармонический осциллятор с собственной частотой ω_0 наложено дополнительное нелинейное поле с потенциалом $U(x) = g\,x^3$, энергетический спектр движения становится непрерывным. С другой стороны, считая константу g достаточно малой и пользуясь стандартной теорией возмущений, мы получим набор дискретных энергетических уровней, лишь слегка сдвинутых (при не слишком высоких возбуждениях) относительно уровней исходного гармонического осциллятора. Полученные таким образом уровни
a) не имеют физического смысла;
b) являются характерными энергиями состояний, в которых частица большое хотя и конечное время остается в потенциальном "мешке"вблизи начала координат.

10. Условием применимости квазиклассического приближения является:
a) медленное изменение фазы волновой функции;
b) относительно медленное изменение дебройлевской длины волны λ на размерах λ

11. Частица совершает финитное движение в квазиклассической потенциальной яме. Строго эквидистантным является спектр
a) действия;
b) энергии;

12. В состоянии с максимальным значением z-проекции момента его x- и y-проекции
a) равны нулю;
b) равны нулю только их средние значения.

13. Возможные значения проекции момента количества движения на направление, образующее угол θ с осью z, равны
a) $\hbar\, m \cos\theta$;
b) $\hbar\, m$.

14. Энергетические уровни внешнего электрона в атоме лития
a) не вырождены;
вырождены:
b) $2l + 1$-кратно;
c) n^2 -кратно;
d) $2(2l + 1)$-кратно;

e) $2n^2$ -кратно.
(n - главное, а l - орбитальное квантовые числа).

15. Энергия атома, находящегося под действием поля внешней электромагнитной волны,
a) увеличивается за счет поглощения энергии из волны;
b) уменьшается за счет передачи волне части энергии атома;
c) возможны оба процесса в зависимости от начального состояния атома.

16. При дипольном излучении длина излучаемой волны
a) гораздо больше размера излучающего атома;
b) гораздо меньше ее;
c) одного с ней порядка.

17. Принцип Паули справедлив:
a) для двух тождественных бозонов
b) для двух тождественных фермионов
c) для любой пары квантовых частиц

18. Для пары электронов спиновая волновая функция для состояния с полным спином S=1 является
a) симметричной;
b) антисимметричной

2. **Критерии оценки**

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент ответил верно на 6 и менее вопросов теста, оценка составляет **менее 10 баллов.**
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент верно ответил на 10 вопросов теста, оценка составляет **от 11 до 20 баллов.**
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент верно ответил на 14 вопросов теста, оценка составляет **от 21 до 30 баллов.**
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент верно ответил на 18 вопросов теста, оценка составляет **от 31 до 40 баллов.**

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если студент получает не менее 20 баллов. В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теоретическая физика»

1. Поток квантовых частиц пропускается через несколько отверстий, прорезанных в непрозрачном экране. Прошедшие частицы фиксируются на большом расстоянии от экрана. Какое из нижеследующих утверждений верно:
a) каждая частица проходит только через одно определенное отверстие;
b) каждая частица проходит сразу через всю систему отверстий.

2. Размер атома водорода в основном состоянии равен $a_B \approx 0.5\ 10^{-8}$ см. Как изменится размер квантового состояния, если электрон заменить на более (примерно в 200 раз) тяжелый мю-мезон:

a) увеличится в 200 раз;
b) не изменится;
c) уменьшится в 200 раз.

3. Волновой пакет свободно перемещается в пустом пространстве.
Какое из утверждений верно:
a) фазовая скорость основной монохроматической компоненты пакета совпадает со скоростью, с которой двигалась бы классическая частица, обладающая таким импульсом;
b) с ней совпадает групповая скорость пакета;
c) ни то, ни другое.

4. Координата и импульс частицы являются в квантовой механике
a) числовыми величинами;
b) операторами дифференцирования;
c) ответ зависит от используемого представления волновой функции

5. Одновременно с координатой частицы сколь угодно точно может быть измерена
a) ее кинетическая энергия;
b) потенциальная энергия;
c) полная энергия.

6. *Z*-проекция момента количества движения частицы может быть измерена одновременно с
a) с *x*-проекцией импульса;
b) с *y*-проекцией импульса;
c) с *z*-проекцией импульса;
d) ни с одной из них.

7. Z-проекция момента количества движения частицы сохраняется при движении
a) в отсутствие сил;
b) в сферически симметричном поле;
c) в цилиндрически симметричном поле;
d) во всех этих случаях;
e) ни в одном из этих случаев.

8. Каков характер движение частицы с дискретным энергетическим спектром?
Оно является
a) финитным;
b) инфинитным.

9. На гармонический осциллятор с собственной частотой ω_0 действует дополнительная постоянная сила F (соответствующий потенциал равен $U(x) = -F\,x$). Что происходит при этом с энергией основного состояния осциллятора?
a) остается неизменной;
b) понижается;
c) повышается.

10. На гармонический осциллятор с собственной частотой ω_0 наложено дополнительное нелинейное поле с потенциалом $U(x) = -g\,x^4$; $g > 0$. Как меняется характер энергетического спектра?
a) остается дискретным;
b) становится непрерывным.

11. Утверждение, что центр волнового пакета в классически доступной области движется по классическому закону справедливо
a) всегда;
b) никогда;
c) с квазиклассической точностью.

12. При движении в центрально-симметричном поле сохраняется момент количества движения
a) относительно центра поля;
b) относительно произвольной точки.

13. Два одинаковых гармонических осциллятора связаны между собой слабой силой, описываемой потенциалом вида $U(x_1, x_2) = g\, x_1\, x_2$. Указанное взаимодействие
a) понижает энергию основного состояния;
b) повышает энергию основного состояния;
c) оставляет ее неизменной.

14. Энергетические уровни атома водорода
a) не вырождены;
вырождены:
b) $2l + 1$-кратно;
c) n^2 -кратно;
d) $2(2l + 1)$ - кратно;
e) $2n^2$ -кратно.
(n - главное, а l - орбитальное квантовые числа).

15. Четность состояния атома водорода с заданной энергией
a) совпадает с четностью номера уровня ($(-1)^n$);
b) совпадает с четностью орбитального момента ($(-1)^l$);
c) не определена.

16. Частота излучаемой атомом электромагнитной волны равна деленной на $\hbar$
a) энергии начального состояния атома;
b) энергии конечного состояния атома;
c) разности этих энергий;
d) их полусумме.

17. Какое из двух утверждений верно:
a) к фермионам относятся все частицы с полуцелым спином, к бозонам — с целым.
b) к фермионам относятся все частицы с целым спином, к бозонам — с полуцелым спином.

18. Для пары электронов спиновая волновая функция для состояния с полным спином S=0 является
a) симметричной;
b) антисимметричной

19. Поток квантовых пропускается через круглое отверстие радиуса r, прорезанное в непрозрачном экране. Прошедшие частицы фиксируются на большом удалении, образуя на приемном экране напротив отверстия пятно некоторого радиуса r_1 . Что происходит с радиусом пятна, если радиус отверстия уменьшается с помощью диафрагмы?
a) уменьшается;

b) увеличивается;
c) остается неизменным.

20. При рассеянии электронов на периодической решетке была получена дифракционная картина. Во сколько раз должна отличаться энергия нейтронов от энергии рассеиваемых электронов, чтобы при рассеянии нейтронов получить ту же дифракционную картину:
a) в $m_т/m_e$ раз больше
b) в $m_т/m_e$ раз меньше
c) энергия должна быть той же самой

21. Волновой пакет движется в однородном внешнем поле $U(x) = -Fx$.
Какое из утверждений верно:
a) центр пакета движется равноускоренно с ускорением F/m;
b) равноускоренно увеличивается размер пакета.

22. Оператор d/dx является
a) эрмитовским;
b) антиэрмитовским;
c) ни то, ни другое.

23. Одновременно с импульсом частицы может быть измерена
a) ее кинетическая энергия;
b) потенциальная энергия;
c) полная энергия.

24. Z-проекция момента количества движения частицы может быть измерена одновременно с
a) с координатой x;
b) с координатой y;
c) с координатой z;
d) ни с одной из них.

25. Какая из перечисленных ниже динамических величин сохраняется при движении частицы в однородном поле силы, направленной вдоль оси z?
a) z-проекция импульса;
b) z-проекция момента количества движения;
c) квадрат момента количества движения.

26. На гармонический осциллятор с собственной частотой ω_0 действует дополнительная постоянная сила F (соответствующий потенциал равен $U(x) = -Fx$). Что при этом происходит с энергетическим спектром осциллятора?
a) остается дискретным;
b) становится непрерывным.

27. Если на гармонический осциллятор с собственной частотой ω_0 наложено дополнительное нелинейное поле с потенциалом $U(x) = g\,x^3$, энергетический спектр движения становится непрерывным. С другой стороны, считая константу g достаточно малой и пользуясь стандартной теорией возмущений, мы получим набор дискретных энергетических уровней, лишь слегка сдвинутых (при не слишком высоких возбуждениях) относительно уровней исходного гармонического осциллятора. Полученные таким образом уровни
a) не имеют физического смысла;

b) являются характерными энергиями состояний, в которых частица большое хотя и конечное время остается в потенциальном "мешке"вблизи начала координат.

28. Условием применимости квазиклассического приближения является:
a) медленное изменение фазы волновой функции;
b) относительно медленное изменение дебройлевской длины волны λ на размерах λ

29. Частица совершает финитное движение в квазиклассической потенциальной яме. Строго эквидистантным является спектр
a) действия;
b) энергии;

30. В состоянии с максимальным значением z-проекции момента его x- и y-проекции
a) равны нулю;
b) равны нулю только их средние значения.

31. Возможные значения проекции момента количества движения на направление, образующее угол θ с осью z, равны
a) $\hbar\, m \cos\theta$;
b) $\hbar\, m$.

32. Энергетические уровни внешнего электрона в атоме лития
a) не вырождены;
вырождены:
b) $2l + 1$-кратно;
c) n^2 -кратно;
d) $2(2l + 1)$ - кратно;
e) $2n^2$ -кратно.
(n - главное, а l - орбитальное квантовые числа).

33. Энергия атома, находящегося под действием поля внешней электромагнитной волны,
a) увеличивается за счет поглощения энергии из волны;
b) уменьшается за счет передачи волне части энергии атома;
c) возможны оба процесса в зависимости от начального состояния атома.

34. При дипольном излучении длина излучаемой волны
a) гораздо больше размера излучающего атома;
b) гораздо меньше ее;
c) одного с ней порядка.

35. Принцип Паули справедлив:
a) для двух тождественных бозонов
b) для двух тождественных фермионов
c) для любой пары квантовых частиц

36. Для пары электронов спиновая волновая функция для состояния с полным спином S=1 является
a) симметричной;
b) антисимметричной