

**Билет 1**

1. Дайте определение масштабному фактору и параметру Хаббла. Сформулируйте закон Хаббла в терминах красного смещения. Как ведут себя координатные и физические импульсы свободных частиц в расширяющейся Вселенной?
2. Число Рейнольдса. Особенности гидродинамического описания системы при малых и больших числах Рейнольдса.
3. Возможно ли протекание реакции  $p + \bar{p} \rightarrow \bar{\Lambda} + \Lambda$  на неподвижной протонной мишени при кинетической энергии антипротонов 0.75 ГэВ. Какие должны быть минимальные энергии встречных пучков для того, чтобы реализовать эту реакцию. Массы в энергетических единицах  $m_p = 938.27$  МэВ,  $m_\Lambda = 1115.63$  МэВ.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

**Билет 2**

1. Группа  $SU(2)$ . Параметризация углами Эйлера. Связь с группой пространственных вращений.
2. Киральная симметрия КХД и ее нарушение. Кварковый и глюонный конденсаты.
3. Найти брэнчинг распада  $W^-$ -бозона в электрон и электронное антинейтрино,

$$Br(W^- \rightarrow e\bar{\nu}_e)$$

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

### Билет 3

1. Определение группы. Отображения групп, ядро и образ гомоморфизма. Подгруппы.
2. Принцип калибровочной инвариантности в КХД.
3. В коллайдере LHeC (одна из предложенных модификаций БАК, ЦЕРН) электронный пучок 60 ГэВ будет сталкиваться с протонным пучком 7 ТэВ. Рассчитать полную энергию столкновения в системе центра масс и оценить, какая энергия электронного пучка потребовалась бы для создания эквивалентной установки с фиксированной мишенью.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Филиал МГУ в г.Сарове  
Кафедра физики  
Магистерская программа «Теоретическая физика»  
Билеты государственного экзамена по физике 2023г

**Билет 4**

1. Определение группы. Отображения групп, ядро и образ гомоморфизма. Подгруппы.
2. Принцип калибровочной инвариантности в КХД.
3. В коллайдере LHeC (одна из предложенных модификаций БАК, ЦЕРН) электронный пучок 60 ГэВ будет сталкиваться с протонным пучком 7 ТэВ. Рассчитать полную энергию столкновения в системе центра масс и оценить, какая энергия электронного пучка потребовалась бы для создания эквивалентной установки с фиксированной мишенью.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Филиал МГУ в г.Сарове  
Кафедра физики  
Магистерская программа «Теоретическая физика»  
Билеты государственного экзамена по физике 2023г

**Билет 5**

1. Группа  $SU(2)$ . Параметризация углами Эйлера. Связь с группой пространственных вращений.
2. Киральная симметрия КХД и ее нарушение. Кварковый и глюонный конденсаты.
3. Найти брэнчинг распада  $W^-$ -бозона в электрон и электронное антинейтрино,

$$Br(W^- \rightarrow e\bar{\nu}_e)$$

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

**Билет 6**

1. Алгебра Ли группы  $SU(2)$ . Матрицы Паули, их коммутаторы и антикоммутаторы. Операторы проекции спина.
2. Уравнения Эйнштейна, вывод из принципа наименьшего действия, тождества Бианки, уравнения связей.
3. В ударной трубе в камере низкого давления установлено давление  $p_0$  для газа с показателем адиабаты  $\gamma_1$ , в камере высокого давления – давление  $p_2$  для газа с показателем адиабаты  $\gamma_2$ . Температура везде равна  $T_0$ . После разрыва диафрагмы была измерена скорость ударной волны и вычислено число Маха, то есть число Маха ударной волны  $M \gg 1$  также известно. Найти отношение температур на контактном разрыве. Показатели адиабаты в газах считать постоянными.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Филиал МГУ в г.Сарове  
Кафедра физики  
Магистерская программа «Теоретическая физика»  
Билеты государственного экзамена по физике 2023г

**Билет 7**

1. Группа Лоренца и группа  $SL(2, \mathbb{C})$ . Фундаментальные спинорные представления группы Лоренца.
2. Однородные и изотропные космологические модели. Уравнение Фридмана.
3. Рассчитать скорость всплытия маленького газового пузырька в жидкости. Задан радиус пузырька и все параметры жидкости. До какого радиуса пузырек можно считать «маленьким», то есть применима формула Стокса? Рассчитать этот радиус для воды.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

**Билет 8**

1. Опишите современную Вселенную с точки зрения однородности, изотропии и пространственной плоскостности, характера расширения, времени жизни и размера наблюдаемой части Вселенной, а также состава заполняющего ее вещества. Перечислите основные этапы эволюции Вселенной на горячей стадии.
2. Упругое рассеяние электронов на протоне и формфакторы адронов.
3. При каких относительных орбитальных моментах количества движения протона возможна ядерная реакция  $p + {}^7\text{Li} \rightarrow {}^8\text{Be}^* \rightarrow \alpha + \alpha$ ?

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь



### Билет 9

1. Дайте определение метрики Фридмана-Леметра-Робертсона-Уокера для расширяющейся однородной изотропной Вселенной. Дайте определение масштабному фактору и параметру Хаббла. Сформулируйте закон Хаббла в терминах красного смещения. Как ведут себя координатные и физические импульсы свободных частиц в расширяющейся Вселенной?
2. Число Рейнольдса. Особенности гидродинамического описания системы при малых и больших числах Рейнольдса.
3. Возможно ли протекание реакции  $p + \bar{p} \rightarrow \bar{\Lambda} + \Lambda$  на неподвижной протонной мишени при кинетической энергии антипротонов 0.75 ГэВ. Какие должны быть минимальные энергии встречных пучков для того, чтобы реализовать эту реакцию. Массы в энергетических единицах  $m_p = 938.27$  МэВ,  $m_\Lambda = 1115.63$  МэВ.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

**Билет 10**

1. Кинетическое уравнение Власова.
2. Группа Лоренца и группа  $SL(2, \mathbb{C})$ . Фундаментальные спинорные представления группы Лоренца.
3. Вычислить возраст гипотетической Вселенной без  $\Lambda$ -члена, но с пространственной кривизной. Считать современное значение параметра Хаббла таким же, как в нашей Вселенной ( $H_0 = 1.42 \cdot 10^{10}$  лет). Найти численный ответ при  $\Omega_M = 0.3$  и  $\Omega_K = 0.7$ .

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

**Билет 11**

4. Определение группы. Отображения групп, ядро и образ гомоморфизма. Подгруппы.
5. Принцип калибровочной инвариантности в КХД.
6. В коллайдере LHeC (одна из предложенных модификаций БАК, ЦЕРН) электронный пучок 60 ГэВ будет сталкиваться с протонным пучком 7 ТэВ. Рассчитать полную энергию столкновения в системе центра масс и оценить, какая энергия электронного пучка потребовалась бы для создания эквивалентной установки с фиксированной мишенью.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Филиал МГУ в г.Сарове  
Кафедра физики  
Магистерская программа «Теоретическая физика»  
Билеты государственного экзамена по физике 2023г

**Билет 12**

1. Группа  $SU(2)$ . Параметризация углами Эйлера. Связь с группой пространственных вращений.
2. Киральная симметрия КХД и ее нарушение. Кварковый и глюонный конденсаты.
3. Найти брэнчинг распада  $W^-$ -бозона в электрон и электронное антинейтрино,

$$Br(W^- \rightarrow e\bar{\nu}_e)$$

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь

**Билет 13**

1. Алгебра Ли группы  $SU(2)$ . Матрицы Паули, их коммутаторы и антикоммутаторы. Операторы проекции спина.
2. Уравнения Эйнштейна, вывод из принципа наименьшего действия, тождества Бианки, уравнения связей.
3. В ударной трубе в камере низкого давления установлено давление  $p_0$  для газа с показателем адиабаты  $\gamma_1$ , в камере высокого давления – давление  $p_2$  для газа с показателем адиабаты  $\gamma_2$ . Температура везде равна  $T_0$ . После разрыва диафрагмы была измерена скорость ударной волны и вычислено число Маха, то есть число Маха ударной волны  $M \gg 1$  также известно. Найти отношение температур на контактном разрыве. Показатели адиабаты в газах считать постоянными.

Зав.кафедрой физики  
Профессор



А.Б.Савельев-Трофимов

Зам.директора по учебной работе  
Доцент



С.М.Варзарь