

Демонстрационный вариант комплекта заданий Второго этапа Олимпиады по Профилю «Физико-технические науки» по треку бакалавриата

Демонстрационный вариант комплекта заданий по Профилю для 2 этапа Олимпиады по треку бакалавриата включает 45 заданий, из них 27 тестовых заданий начального уровня с одним правильным ответом (верно выполненное задание оценивается в 1 балл), 13 тестовых заданий среднего уровня с несколькими правильными ответами (верно выполненное задание оценивается в 2-4 балла), 5 заданий высокого уровня с развернутым ответом (верно выполненное задание оценивается в 5-6 баллов).

В тестовых заданиях правильные ответы выделены жирным шрифтом.

Для заданий с развёрнутым ответом приводятся критерии оценивания и эталонный ответ.

Научное направление 1: Механика

Задание 1

Начальный уровень сложности (1 балл)

Грузовик и легковой автомобиль движутся со скоростями $v_1 = 36$ км/ч и $v_2 = 108$ км/ч соответственно. Масса грузовика $m = 3000$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля на 15000 кг · м/с?

1. 1000 кг
2. **500 кг**
3. 1500 кг
4. 2000 кг

Задание 2

Начальный уровень сложности (1 балл)

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Высота горки 15 м, у ее подножия скорость санок равнялась 20 м/с². Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какой была скорость санок сразу после толчка? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².

1. 20 м/с
2. 15 м/с
3. **10 м/с**
4. 25 м/с

Задание 3

Начальный уровень сложности (1 балл)

При прямолинейном движении зависимость координаты тела x от времени t имеет вид: $x = 5 + 3t + 4t^2$. Чему равна скорость тела в момент времени $t = 3$ с при таком движении?

1. **27 м/с**
2. 30 м/с
3. 20 м/с
4. 50 м/с

Задание 4
Начальный уровень сложности (1 балл)

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. Чему равен модуль скорости тела через 2,5 с после начала отсчета времени? Сопротивление воздуха не учитывать.

1. 10 м/с
2. **5 м/с**
3. 15 м/с
4. 20 м/с

Задание 5
Начальный уровень сложности (1 балл)

На сколько растянется пружина жесткостью $k=10^3$ Н/м под действием силы 10000 Н?

1. 10 см
2. 100 см
3. **1000 см**
4. 1 см

Задание 6
Начальный уровень сложности (1 балл)

На каком расстоянии друг от друга находятся два одинаковых шара массами по 10 тонн, если сила тяготения между ними $6,67 \cdot 10^{-5}$ Н? Постоянная всемирного тяготения $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²

1. 20 м.
2. **10 м.**
3. 15 м.
4. 25 м.

Задание 7
Начальный уровень сложности (1 балл)

Сосновый брус объемом $V=0,6$ м³ плавает в воде, погружившись наполовину. Чему равна выталкивающая сила, действующая на груз? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с². Плотность воды $\rho=1000$ кг/м³.

1. 30 кН
2. **3 кН**
3. 6 кН
4. 60 кН

Задание 8
Средний уровень сложности (3 балла)

Тело замедлялось с постоянным ускорением и за 100 секунд перед остановкой скорость тела упала на 10м/с. Какой путь прошло тело за это время? Ответ дайте в метрах.

Ответ: 500 м

Задание 9
Средний уровень сложности (3 балла)

Два шарика массами $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 2$ кг движутся навстречу друг к другу с одинаковыми скоростями равными $v = 10$ м/с. Найти скорость шариков после абсолютно неупругого столкновения. Ответ дайте в метрах в секунду и округлите до сотых.

Ответ: 1,43 м/с

Задание 10
Высокий уровень сложности (5 баллов)

Тело брошено с поверхности земли под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с. Определите, сколько секунд длился полёт тела до удара о поверхность земли.

Будьте внимательны: при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

Ответ: 1 с.

Критерии оценивания:

Критерий 1 – **2 балла**. Записаны положения теории и физические законы, применение которых необходимо для решения задачи. Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин.

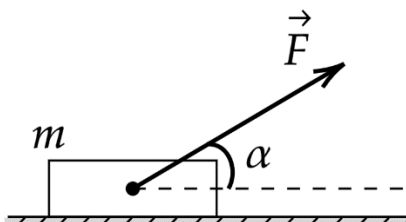
Критерий 2 – **2 балла**. Правильно проведены математические преобразования и расчеты.

Критерий 3 – **1 балл**. Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения.

Задание 11
Высокий уровень сложности (5 баллов)

Чему равен модуль силы F , с которой двигают брусок массой $m = 3$ кг, при этом коэффициент трения $\mu = 0,2$, а сила F направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Модуль силы трения, действующей на брусок, равен 4 Н.

Будьте внимательны: при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.



Ответ: 20 Н

Критерии оценивания:

Критерий 1 – **2 балла**. Записаны положения теории и физические законы, применение которых необходимо для решения задачи. Описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин

Критерий 2 – **2 балла**. Правильно проведены математические преобразования и расчеты.

Критерий 3 – **1 балл**. Представлен правильный ответ с указанием единиц измерения.

Научное направление 2: Термодинамика**Задание 12****Начальный уровень сложности (1 балл)**

Для того чтобы растопить 200 г льда понадобилось 900 г воды температуры 20 °С. Какая была температура льда? Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость льда 2100 Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда 340 кДж/кг. Выберите ответ, наиболее близкий к Вашему.

1. -20 °С
2. **-18 °С**
3. -9 °С
4. -2 °С

Задание 13**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Давление разреженного газа в сосуде увеличилось в 8 раз, а средняя энергия поступательного теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Как при этом изменилась концентрация молекул газа в сосуде?

1. Не изменилась
2. Уменьшилась в 2 раза
3. **Увеличилась в 2 раза**
4. Увеличилась в 4 раза

Задание 14**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Термодинамическая система совершила работу 300 Дж, при этом ее внутренняя энергия уменьшилась на 100 Дж. Каким количеством теплоты обменялась термодинамическая система с окружающей средой?

1. -200 Дж
2. -100 Дж
3. 0 Дж
4. 100 Дж
5. **200 Дж**

Задание 15**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Рабочее тело тепловой машины с КПД 20% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?

1. **20 Дж**
2. 50 Дж
3. 80 Дж
4. 100 Дж

Задание 16**Средний уровень сложности (2 балла)**

Сосуд разделен на две равные по объему части пористой неподвижной перегородкой. В начальный момент времени в левой части сосуда содержится 4 моль гелия, в правой -

40 г аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинаковая и остается постоянной. Молярная масса гелия – 4 г/моль, молярная масса аргона – 40 г/моль. Выберите все верные утверждения, описывающие состояние газов после установления равновесия в системе.

1. Концентрация гелия в правой части сосуда в 2 раза меньше, чем аргона.
2. **Отношение давления газов в правой части сосуда к давлению газа в левой части равно 1,5.**
3. В правой части сосуда общее число молекул газов меньше, чем в левой части.
4. Внутренняя энергия гелия и аргона одинакова.
5. **В результате установления равновесия давление в правой части сосуда увеличилось в 3 раза.**

За каждый правильный ответ дается 1 балл, за каждый неправильный ответ снимается 1 балл.

Задание 17 Средний уровень сложности (3 балла)

Идеальный газ сжимают при постоянном давлении. Выберите все верные утверждения. ΔU – изменение внутренней энергии газа, A – работа газа, Q – количество теплоты, которым газ обменялся с окружающей средой.

1. $\Delta U=0$
2. $\Delta U>0$
3. $\Delta U<0$
4. $A=0$
5. $A>0$
6. $A<0$
7. $Q=0$
8. $Q>0$
9. $Q<0$

За каждый правильный ответ дается 1 балл, за каждый неправильный ответ снимается 1 балл.

Задание 18 Высокий уровень сложности (6 баллов)

Один моль гелия расширяется изобарически, совершая работу 4,2 Дж, затем изохорически уменьшают его температуру, и, наконец, сжимают адиабатически, возвращая в начальное состояние. Найдите КПД цикла, если в адиабатическом процессе над газом была совершена работа 2,1 Дж.

Будьте внимательны: при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

Ответ: 20%

Критерии оценивания:

Критерий 1 - 3 балла. Записаны все необходимые соотношения: термическое и калорическое уравнения состояния, первое начало термодинамики, формула для

расчета КПД. Определено, получает ли система теплоту или отдает на каждом из участков цикла.

Критерий 2 - **2 балла**. Правильно рассчитаны полная работа за цикл и полученное количество теплоты.

Критерий 3 - **1 балл**. Правильно рассчитан КПД.

Научное направление 3: Электротехника и электроника

Задание 19

Начальный уровень сложности (1 балл)

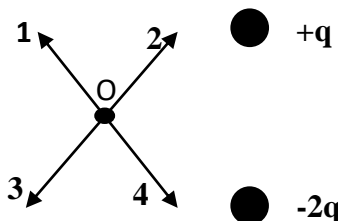
В вершинах равностороннего треугольника со стороной a находятся заряды: q_1 , q_2 и q_3 , а в центре - пробный заряд Q . Какую работу нужно совершить, чтобы медленно удалить заряд Q на бесконечность?

1. $k \frac{3Q}{\sqrt{3}a} (q_1 + q_2 + q_3)$
2. $k \frac{Q}{\sqrt{3}a} (q_1 + q_2 + q_3)$
3. $k \frac{4Q}{a\sqrt{3}} (q_1 + q_2 + q_3)$
4. $k \frac{2Q}{\sqrt{3}a} (q_1 + q_2 + q_3)$

Задание 20

Начальный уровень сложности (1 балл)

Найдите направление результирующего вектора напряженности электростатического поля в точке O , создаваемого двумя неподвижными точечными зарядами (см. рисунок).

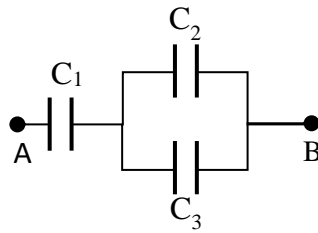


1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

Задание 21

Начальный уровень сложности (1 балл)

Найти емкость участка цепи AB , состоящего из трех конденсаторов $C_1 = C_2 = C$, и $C_3 = 3C$ изображенного на рисунке.



1. $\frac{7}{4}C$
2. $\frac{9}{5}C$
3. $\frac{4}{5}C$
4. $\frac{3}{4}C$

Задание 22

Начальный уровень сложности (1 балл)

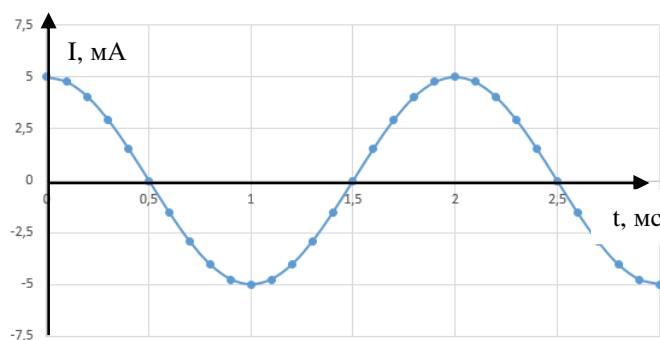
Как изменится сопротивление двух параллельно соединенных проводников одинаковой формы и размеров, если увеличить длину одного из них в три раза?

1. Увеличится в 1.5 раза
2. Уменьшится в 1.5 раза
3. Увеличится в 3 раза
4. Уменьшится в 3 раза
5. Не изменится

Задание 23

Начальный уровень сложности (1 балл)

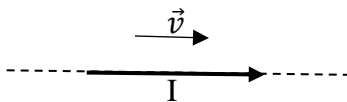
На рисунке представлен график зависимости силы тока от времени в колебательном LC контуре. Чему равен период колебаний заряда на обкладках конденсатора?



1. 1 мс
2. 2 мс
3. 2 с
4. 1 с

Задание 24
Начальный уровень сложности (1 балл)

Положительно заряженная частица имеет скорость \vec{V} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Определите направление действующей на частицу силы Лоренца.



1. Вверх
2. **Вниз**
3. Влево
4. Вправо
5. От наблюдателя
6. К наблюдателю
7. Сила не действует

Задание 25
Средний уровень сложности (3 балла)

Заряженная частица массой $5 \cdot 10^{-27}$ кг и зарядом $6,4 \cdot 10^{-19}$ Кл попадает в однородное электрическое поле напряженностью 100 В/м. За какое время частица переместится на расстояние 2 м вдоль силовых линий электрического поля, если начальная скорость равна нулю? Ответ (в мкс) округлить до целых.

Ответ: 18 мкс

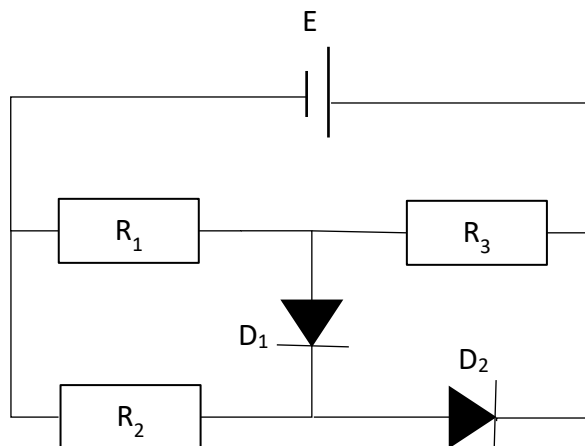
Задание 26
Средний уровень сложности (4 балла)

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 20$ мкФ. Заряд на обкладках конденсатора меняется по закону $q(t) = 4 \cdot 10^{-4} \sin(2500t)$ (все величины выражены в СИ). Определить значение энергии магнитного поля катушки в момент времени $t = T/2$.

Ответ: $4 \cdot 10^{-3}$ Дж

Задание 27
Высокий уровень сложности (6 баллов)

Найдите ток, идущий через источник питания, в цепи, схема которой изображена на рисунке. Диоды являются идеальными, внутреннее сопротивление источника равно $r = 2R$, ЭДС батареи $E = 21$ В, остальные параметры элементов схемы показаны на рисунке. $R_1 = R_2 = R_3 = R = 5$ Ом.



Будьте

оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

внимательны:

при

Ответ: 1,2 А

Критерии оценивания:

Критерий 1 - **3 балла**. Правильно расставлены возможные направления тока в цепи и нарисована эквивалентная схема.

Критерий 2 - **2 балла**. Правильно рассчитано полное сопротивление цепи.

Критерий 3 - **1 балл**. Правильно рассчитан ток.

Задание 28

Высокий уровень сложности (5 баллов)

Проволочное кольцо диаметром 0,3 м расположено в изменяющемся по модулю однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Чему равен модуль скорости изменения магнитного поля, если сила тока, возникающая в нем, равна 5 А? Сопротивление кольца 0,03 Ом.

Будьте внимательны: при оценке будет учитываться ход решения, написать только ответ недостаточно.

Ответ: 2,1 Тл/с

Критерии оценивания:

Критерий 1 - **2 балла**. Правильно записана формула расчета ЭДС индукции и силы тока.

Критерий 2 - **2 балла**. Правильно записана формула скорости изменения магнитного поля.

Критерий 3 - **1 балл**. Правильно выполнены расчеты.

Научное направление 4: Оптика

Задание 29

Начальный уровень сложности (1 балл)

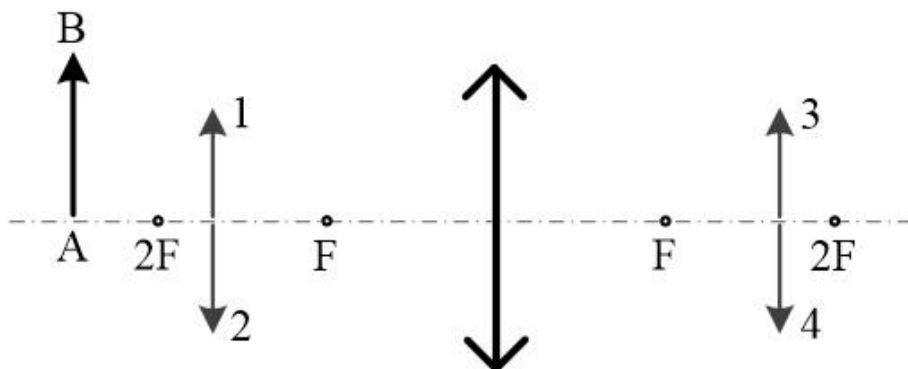
Луч света падает из воды на плоскую стеклянную поверхность. Угол между падающим лучом и пластинкой равен 50° . Найти угол между отражённым и преломленным лучами. Показатели преломления воды $n_1 = 1,33$, стекла $n_2 = 1,5$.

1. $74,7^\circ$.

2. $86,5^\circ$.
3. $87,2^\circ$.
4. $93,5^\circ$.
5. $105,3^\circ$.

Задание 30
Начальный уровень сложности (1 балл)

Какому из предметов 1–4 соответствует изображение стрелки АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F?



1. стрелочка 1.
2. стрелочка 2.
3. стрелочка 3.
4. стрелочка 4.

Задание 31
Начальный уровень сложности (1 балл)

На щель шириной 2 мкм падает по нормали плоская монохроматическая волна из зеленой части видимого спектра (с длиной волны 550 нм). За щелью установлена собирающая линза так, что её фокальная плоскость параллельна плоскости экрана с щелью. Как изменится расстояние между дифракционными минимумами второго и третьего порядков в фокальной плоскости линзы, если ширину щели увеличить в 1,5 раза.

1. Увеличится в 3 раза.
2. Увеличится в 1,5 раза.
3. Уменьшится в 1,5 раза.
4. Уменьшится в 3 раза.

Задание 32
Средний уровень сложности (4 балла)

Предмет находится на расстоянии 12,5 см от тонкой собирающей линзы. Изображение предмета действительное. Увеличение линзы при этом равно 2,5. Определите оптическую силу линзы. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: 11 дптр

Задание 33
Средний уровень сложности (4 балла)

В опыте с зеркалами Френеля по интерференции световых волн расстояние от линии пересечения зеркал до узкой щели и экрана равны соответственно 8 см и 120 см. Длина

волны монохроматического света равна 0,48 мкм. Найти угол между зеркалами, если ширина интерференционной полосы на экране равна 1,3 мм. Ответ дать в угловых минутах, округлив до целого числа.

Ответ: 10

Научное направление 5: Физика конденсированного состояния

Задание 34

Начальный уровень сложности (1 балл)

В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью 50%. Воздух изотермически сжали, уменьшив объём в 3 раза. Какая стала относительная влажность воздуха в сосуде?

1. 17%
2. 25%
3. 50%
4. 75%
- 5. 100%**
6. 150%

Задание 35

Начальный уровень сложности (1 балл)

Как ведут себя аморфные твёрдые вещества при нагревании?

1. Аморфные вещества до определённой температуры остаются в твёрдом состоянии, затем начинают плавиться, переходя в жидкое состояние.
2. Аморфные вещества до определённой температуры остаются в твёрдом состоянии, затем начинают сублимировать, переходя в газообразное состояние.
- 3. Аморфные вещества при нагревании размягчаются, плавно переходя из твёрдого состояния в жидкое.**
4. Аморфные вещества до определённой температуры остаются в твёрдом состоянии, затем подвергаются химическим реакциям.
5. Аморфные вещества остаются твёрдыми при любой температуре.

Задание 36

Средний уровень сложности (3 балла)

. Выберите все верные утверждения, характеризующие кипение.

1. Кипение – парообразование, идущее только с поверхности жидкости при температуре выше температуры плавления.
- 2. Кипение идёт, когда давление насыщенного пара равно атмосферному давлению.**
- 3. При подъёме в высокие горы температура кипения воды уменьшается, а при спуске в глубокую шахту – увеличивается.**
4. В процессе кипения внутренняя энергия вещества не меняется.
- 5. В процессе кипения температура не меняется, а получаемая теплота идёт на увеличение потенциальной энергии молекул.**

За каждый правильный ответ дается 1 балл, за каждый неправильный ответ снимается 1 балл.

Задание 37
Средний уровень сложности (4 балла)

В сауне, объём которой 10 м^3 , термометр показывает 100°C , гигрометр показывает 30%. Определить массу водяного пара в сауне. Плотность насыщенного пара при 100°C равна $0,59 \text{ кг/м}^3$. Ответ дать в килограммах, округлив до десятых долей.

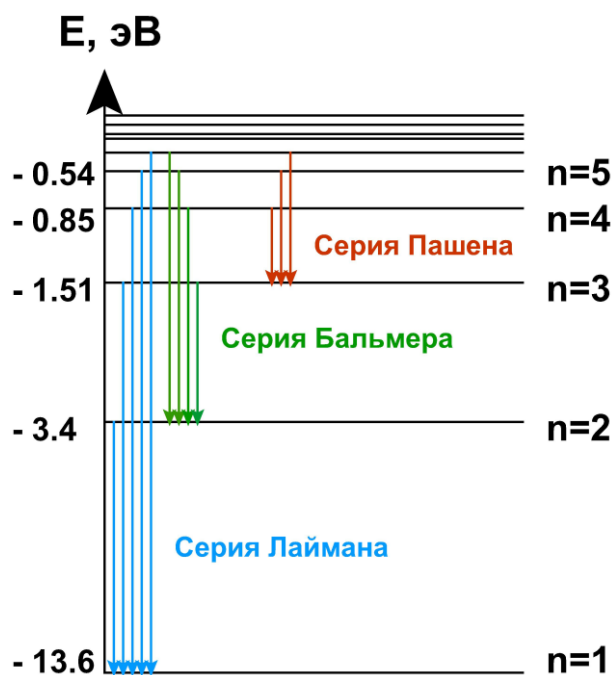
Ответ: 1,7 кг

Научное направление 6: Атомная, молекулярная и химическая физика

Задание 38
Начальный уровень сложности (1 балл)

На рисунке представлена схема энергетических уровней атома водорода. Фотон какой частоты должен поглотить атом, для того чтобы перейти из основного состояния в четвертое возбужденное состояние?

Значение постоянной Планка: $h = 4,135\,668 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с}$, $\hbar = 6,582\,120 \cdot 10^{-16} \text{ эВ} \cdot \text{с}$.



1. $\nu = 2,466 \text{ Гц}$
2. $\nu = 2,923 \text{ Гц}$
3. $\nu = 3,083 \text{ Гц}$
4. $\nu = 3,158 \text{ Гц}$

Задание 39
Начальный уровень сложности (1 балл)

α частица с энергией $T_\alpha = 10 \text{ МэВ}$ налетает на покоящееся ядро атома серебра $_{47}\text{Ag}$ так, что ядро находится на линии траектории α частицы. Вычислить наименьшее расстояние,

ONE CLICK TO OPEN ALL DOORS

od.globaluni.ru

на которое α частица может приблизиться к ядру. Считать ядро точечной частицей. Ответ выразить в фемтометрах (фм).

Постоянная Кулона $k = 8,987552 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$, заряд электрона $|e| = 1,602177 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 $1\text{эВ} = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Н} \cdot \text{м}$.

1. 3,68 фм
2. 6,77 фм
3. **13,54 фм**
4. 27,07 фм

Задание 40

Средний уровень сложности (4 балла)

Нейтральный атом образован ядром ${}^8_{16}\text{O}$ и электронами. Вычислить массу данного атома $M_{\text{ат}}({}^8_{16}\text{O})$, зная, что энергия связи ядра $\Delta W({}^8_{16}\text{O}) = 127,617$ МэВ. Ответ привести в энергетическом эквиваленте $M_{\text{ат}}({}^8_{16}\text{O}) \cdot c^2$ в мегаэлектронвольтах (МэВ), округленный до единиц.

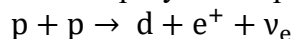
Масса протона $m_p \cdot c^2 = 938,272$ МэВ, масса нейтрона $m_n \cdot c^2 = 939,565$ МэВ, масса электрона $m_e \cdot c^2 = 0,511$ МэВ.

Ответ: 14899 МэВ

Задание 41

Средний уровень сложности (4 балла)

Вычислить энергию, которая выделяется в результате реакции:



Масса протона $m_p \cdot c^2 = 938,272$ МэВ, масса дейтрона $m_d \cdot c^2 = 1875,612$ МэВ, масса электрона $m_e \cdot c^2 = 0,511$ МэВ. Массой нейтрино ν_e пренебречь.

Ответ выразить в МэВ, округлив до сотых.

Ответ: 0,42 МэВ

Научное направление 7: Квантовые технологии

Задание 42

Начальный уровень сложности (1 балл)

На поверхность металла падают монохроматические лучи с длиной волны 200 нм. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для данного металла, составляет 300 нм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

1. $2/3$
2. **$1/3$**
3. $1/2$
4. $3/4$

Задание 43

Начальный уровень сложности (1 балл)

При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического излучения происходит освобождение фотоэлектронов. Как изменится величина фототока насыщения, если увеличить частоту падающего излучения в 2 раза?

1. Увеличится в 2 раза
2. Увеличится более, чем в 2 раза
3. Увеличится менее, чем в 2 раза
4. Уменьшится в 2 раза
5. Уменьшится более, чем в 2 раза
6. Уменьшится менее, чем в 2 раза
7. **Величина фототока насыщения не зависит от частоты падающего излучения**

Задание 44**Начальный уровень сложности (1 балл)**

Найти работу выхода с поверхности некоторого металла, если при поочередном освещении его излучением с длинами волн 400 нм и 600 нм максимальные скорости фотоэлектронов отличаются в 4 раза.

Постоянная планка $h = 4,136 \cdot 10^{-15}$ эВ · с, скорость света $c = 2,998 \cdot 10^8$ м/с

1. **2,00 эВ**
2. 2,76 эВ
3. 3,51 эВ
4. 4,01 эВ

Задание 45**Средний уровень сложности (4 балла)**

Наибольшая длина волны света, при которой еще может наблюдаться фотоэффект на фотоэлементе из никеля, равна 249 нм. Найдите скорость электронов, выбитых светом с длиной волны 150 нм.

Масса электрона $m_e \cdot c^2 = 0,511$ МэВ, постоянная планка $h = 4,136 \cdot 10^{-15}$ эВ · с, скорость света $c = 2,998 \cdot 10^8$ м/с

Ответ представьте в Мм/с и округлите до сотых.

Ответ: 1,08 Мм/с