ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Об издании

Основной титульный экран

Дополнительный титульный экран непериодического издания – 1

Дополнительный титульный экран непериодического издания – 2

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»

Индивидуальные задания по физике для самостоятельной работы

Задачник

Барнаул
ФГБОУ ВО «АлтГПУ»
2017

Об издании - 1, 2, 3.

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2017

УДК 53(075)
ББК 22.3я73
И602

Индивидуальные задания по физике для самостоятельной работы [Электронный ресурс] : задачник / А.Д. Насонов, Т.И. Новичихина, Е.Д. Петровская и др. – Барнаул : АлтГПУ, 2017. – Систем. требования: PC не ниже класса Intel Celeron 2 ГГц ; 512 Mb RAM ; Windows XP/Vista/7/8/10 ; Adobe Acrobat Reader ; SVGA монитор с разрешением 1024x768 ; мышь.

Авторы:
Насонов А.Д., Новичихина Т.И., Петровская Е.Д., Харламов И.С.

Рецензенты:
Крутский А.Н., *доктор педагогических наук, профессор (АлтГПУ);*
Матвеев В.М., *кандидат физико-математических наук, доцент (АлтГПУ*)

Задачник содержит правила выполнения и оформления контрольных работ по физике, методические указания и образцы решения физических задач, контрольные задания.
Издание предназначено для студентов заочного и вечернего отделений, обучающихся в институте физико-математического образования АлтГПУ, и преподавателей, работающих на данных отделениях.
Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом АлтГПУ 26.01.2017 г.

Деривативное издание.
Текстовое (символьное) электронное издание.

Системные требования:
PC не ниже класса Intel Celeron 2 ГГц ; 512 Mb RAM ; Windows XP/Vista/7/8/10 ; Adobe Acrobat Reader ; SVGA монитор с разрешением 1024x768 ; мышь.

Об издании - 1, 2, 3.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Электронное издание создано при использовании программного обеспечения Sunrav BookOffice.

Объём издания - 1 900 КБ.

Дата подписания к использованию: 03.03.2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет» (ФГБОУ ВО «АлтГПУ»)
ул. Молодежная, 55, г. Барнаул, 656031
Тел. (385-2) 36-82-71, факс (385-2) 24-18-72
e-mail: rector@altspu.ru, http://www.altspu.ru

Об издании - 1, 2, 3.

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2017

Содержание

Правила выполнения и оформления индивидуальных заданий по физике для самостоятельной работы студентов

Указания к решению физических задач

Образцы решения задач

Индивидуальные задания по разделу «Механика»

Индивидуальное задание № 1. Кинематика

Индивидуальное задание № 2. Динамика

Индивидуальные задания по разделу «Молекулярная физика и термодинамика»

Индивидуальное задание № 1. Молекулярно-кинетическая теория

Индивидуальное задание № 2. Термодинамика

Индивидуальные задания по разделу «Электродинамика»

Индивидуальное задание № 1. Постоянный ток

Индивидуальное задание № 2. Магнитное поле, переменный ток

Индивидуальные задания по разделу «Оптика»

Индивидуальное задание № 1. Фотометрия, геометрическая оптика и интерференция света

Индивидуальное задание № 2. Дифракция и поляризация света

Индивидуальные задания по разделу «Квантовая физика»

Индивидуальное задание № 1. Тепловое излучение, фотоэффект, физика атома

Индивидуальное задание № 2. Физика ядра

Индивидуальные задания

Индивидуальное задание 1. Механика

Индивидуальное задание 2. Молекулярная физика и термодинамика

Индивидуальное задание 3. Электричество 1

Индивидуальное задание 4. Электричество 2

Индивидуальное задание 5. Оптика, квантовая, атомная физика

Список рекомендованной литературы

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Правила выполнения и оформления индивидуальных заданий по физике для самостоятельной работы студентов

Цель настоящего пособия – оказать помощь студентам заочного и вечернего отделений в изучении курса физики, так как решение физических задач позволяет лучше усвоить и закрепить теоретический материал курса.

Выполняя контрольную работу, необходимо придерживаться следующих правил:

– выполнять каждую контрольную работу необходимо в отдельной ученической тетради, на обложке которой нужно указать номер контрольной работы, наименование дисциплины, фамилию и инициалы студента, свой шифр (номер зачетки) и домашний адрес;

– задачи контрольных заданий должны иметь те номера, под которыми они стоят в методическом пособии. Каждую задачу необходимо начинать с новой страницы и обращать внимание на правильность оформления, ориентируясь на образцы оформления решения задач, приведенных в данном пособии. Для замечаний рецензента следует оставлять поля шириной 3–4 см;

– решение задачи и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями;

– студент должен решить задачи того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой его зачетной книжки.

Вариант	Индивидуальное задание 1	Индивидуальное задание 2	Индивидуальное задание 3	Индивидуальное задание 4	Индивидуальное задание 5
1	101, 111, 121, 131, 141, 151	201, 211, 221, 231, 241, 251	301, 311, 321, 331, 341, 351	401, 411, 421, 431, 441, 451	501, 511, 521, 531, 541, 551
2	102, 112, 122, 132, 142, 152	202, 212, 222, 232, 242, 252	302, 312, 322, 332, 342, 352	402, 412, 422, 432, 442, 452	502, 512, 522, 532, 542, 552
3	103, 113, 123, 133, 143, 153	203, 213, 223, 233, 243, 253	303, 313, 323, 333, 343, 353	403, 413, 423, 433, 443, 453	503, 513, 523, 533, 543, 553
4	104, 114, 124, 134, 144, 154	204, 214, 224, 234, 244, 254	304, 314, 324, 334, 344, 354	404, 414, 424, 434, 444, 454	504, 514, 524, 534, 544, 554
5	105, 115, 125, 135, 145, 155	205, 215, 225, 235, 245, 255	305, 315, 325, 335, 345, 355	405, 415, 425, 435, 445, 455	505, 515, 525, 535, 545, 555
6	106, 116, 126, 136, 146, 156	206, 216, 226, 236, 246, 256	306, 316, 326, 336, 346, 356	406, 416, 426, 436, 446, 456	506, 516, 526, 536, 546, 556
7	107, 117, 127, 137, 147, 157	207, 217, 227, 237, 247, 257	307, 317, 327, 337, 347, 357	407, 417, 427, 437, 447, 457	507, 517, 527, 537, 547, 557
8	108, 118, 128, 138, 148, 158	208, 218, 228, 238, 248, 258	308, 318, 328, 338, 348, 358	408, 418, 428, 438, 448, 458	508, 518, 528, 538, 548, 558
9	109, 119, 129, 139, 149, 159	209, 219, 229, 239, 249, 259	309, 319, 329, 339, 349, 359	409, 419, 429, 439, 449, 459	509, 519, 529, 539, 549, 559
10	110, 120, 130 140, 150, 160	210, 220, 230 240, 250, 260	310, 320, 330 340, 350, 360	410, 420, 430 440, 450, 460	510, 520, 530 540, 550, 560

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Указания к решению физических задач

Главным условием успешного решения задачи является знание физических законов, правильное понимание физического смысла величин, заданных в условии, знание единиц измерения этих величин. Если вы затрудняетесь в понимании условия задачи, сущности описанного физического явления, следует обратиться за разъяснением к соответствующим параграфам учебника по физике. Можно также использовать любую справочную, методическую, учебную литературу по физике, имеющуюся у вас в наличии, а также образовательные интернет-ресурсы.

В процессе решения любой физической задачи рекомендуем выполнять следующую последовательность действий, которая поможет вам быстрее получить правильный ответ.

1. Внимательно прочитайте условие задачи, поймите сущность описанного физического явления. Выясните, какие величины даны, какие нужно найти, какие знания для этого необходимо использовать.

2. Запишите кратко условие задачи, используя стандартные форму записи и обозначения величин, которые даны по условию, данные из справочных источников, необходимые для решения задачи, величины, которые нужно найти.

3. Переведите единицы измерения всех данных для решения задачи величин в систему измерений СИ.

4. Если это необходимо, то сделайте графическое оформление задачи. Здесь возможны рисунки, графики, схемы с обозначением всех величин.

5. Составьте исходные уравнения, выражающие физические законы, которым подчиняется ситуация, описанная в задаче.

6. Используя эти уравнения и пояснение чертежа, выразите искомую величину и получите ответ или в аналитической (в виде формул), или в численной форме. При этом решение задачи необходимо сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

7. Подставьте числовые значения физических величин, выраженные в единицах системы СИ, в окончательную формулу и подсчитайте результат, не забыв указать единицу измерения полученной величины.

8. Проверьте, дает ли полученное выражение правильную размерность искомой величины.

9. Оцените, допустим ли полученный результат с точки зрения реальности данного физического процесса.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Образцы решения задач

Индивидуальные задания по разделу «Механика»

Индивидуальное задание № 1. Кинематика

Индивидуальное задание № 2. Динамика

Индивидуальные задания по разделу «Молекулярная физика и термодинамика»

Индивидуальное задание № 1. Молекулярно-кинетическая теория

Индивидуальное задание № 2. Термодинамика

Индивидуальные задания по разделу «Электродинамика»

Индивидуальное задание № 1. Постоянный ток

Индивидуальное задание № 2. Магнитное поле, переменный ток

Индивидуальные задания по разделу «Оптика»

Индивидуальное задание № 1. Фотометрия, геометрическая оптика и интерференция света

Индивидуальное задание № 2. Дифракция и поляризация света

Индивидуальные задания по разделу «Квантовая физика»

Индивидуальное задание № 1. Тепловое излучение, фотоэффект, физика атома

Индивидуальное задание № 2. Физика ядра

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальные задания по разделу «Механика»

Индивидуальное задание № 1. Кинематика

Индивидуальное задание № 2. Динамика

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2017

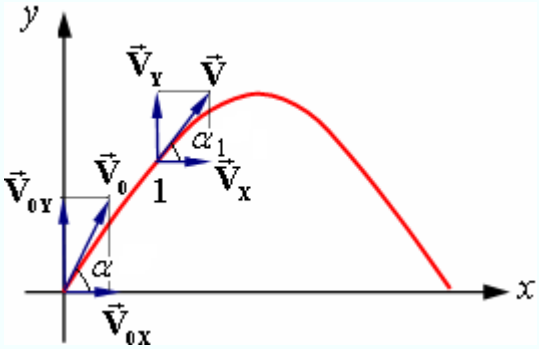
Индивидуальное задание № 1. Кинематика

1. Под углом 60^0 к горизонту брошено тело с начальной скоростью 20 м/с. Через сколько времени, оно будет двигаться под углом 45^0 к горизонту? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Дано:
$\alpha = 60^0$
v_0=20 м/с
$\alpha_1 = 45^0$

τ - ?

Решение:



X: Движение равномерное.

$v_{0X} = v_0 \cdot \cos\alpha = const$.

Y: Движение равнозамедленное.

$v_{0Y} = v_0 \cdot \sin\alpha$; a = - g; $v_Y = v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot t$

При $t = \tau$ тело достигло положения 1.

$v_Y = v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot \tau = v \cdot \sin\alpha_1$, найдем скорость тела в момент времени τ:

$v \cdot \cos\alpha_1 = v_0 \cdot \cos\alpha$, так как скорость вдоль оси X не изменяется, тогда:

$$v = \frac{v_0 \cdot \cos\alpha}{\cos\alpha_1} .$$

Подставим вместо v ее выражение и получим:

$$v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot \tau = \frac{v_0 \cdot \cos\alpha}{\cos\alpha_1} \cdot \sin\alpha_1 \rightarrow \tau = \frac{v_0(\sin\alpha - \cos\alpha \cdot tg\alpha_1)}{g} ;$$

После подстановки числовых значений получим:

$$\tau = \frac{20\frac{м}{с} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \cdot 1\right)}{9{,}8\frac{м}{с^2}} = 0{,}75\,с.$$

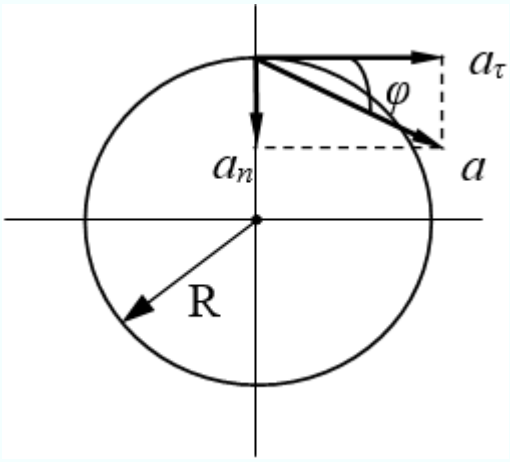
Ответ: = 0,75 с

2. Найти угловое ускорение колеса, вращающегося равноускоренно, если известно, что через 3 с после начала движения вектор полного ускорения для точек, лежащих на ободе, составляет 30^0 с вектором их тангенциального ускорения.

Дано:
$\tau = 3$ с
$\varphi = 30^0$

β - ?

Решение:



Из векторного треугольника получим, $tg\varphi = \frac{a_n}{a_\tau}$.

Скорость точки в момент времени τ будет равна: $v = a_\tau \cdot \tau$, тогда нормальное ускорение в этот момент: $a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{a_\tau^2 \cdot \tau^2}{R}$,поделим обе части равенства на тангенциальное ускорение: $\frac{a_n}{a_\tau} = \frac{a_\tau \cdot \tau^2}{R}$ и тогда $tg\varphi = \frac{a_\tau \cdot \tau^2}{R}$.

Угловое и тангенциальное ускорения связаны между собой: $\beta = \frac{a_\tau}{R}$ и тогда получим: $tg\varphi = \frac{\beta \cdot R \cdot \tau^2}{R} = \beta \cdot \tau^2 \quad \rightarrow \quad \beta = \frac{tg\varphi}{\tau^2}$.

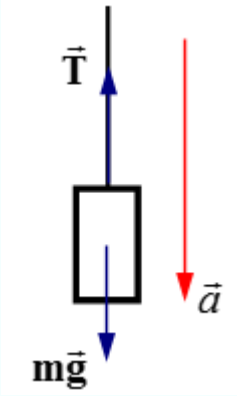
После вычислений получим: $\beta = \frac{tg30^0}{9c^2} = 0{,}064$ с$^{-2}$.

Ответ: Угловое ускорение $\beta = 0{,}064$ с$^{-2}$.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание № 2. Динамика

1. Платформа шахтного подъемника имеет массу 2,5 т. С каким ускорением и в какую сторону движется подъемник, если сила натяжения каната равна 20 кН?

Дано: СИ	Решение:
m = 2,5 т=2,5·10³ кг T = 20 кН = 20·10³ Н	
a - ?	

Выполним чертеж и запишем второй закон Ньютона ввекторной форме:

$$m \cdot \vec{a} = m\vec{g} + \vec{T} .$$

Спроектируем его на направление ускорения и получим: $m \cdot a = mg - T$.

Выразим ускорение,

$$a = g - \frac{T}{m} \quad \rightarrow \quad a = 9{,}8 - \frac{2 \cdot 10^4}{2{,}5 \cdot 10^3} = 1{,}8 \frac{м}{c^2} .$$

Ускорение положительно, значит оно сонаправлено с выбранным вектором $\vec{a}$.

Ответ: подъемник движется вниз с ускорением a = 1,8 $\frac{м}{c^2}$.

2. Самолет массой 2 т движется горизонтально со скоростью 50 м/с, находясь на высоте 500 м. Затем он переходит в снижение при выключенном двигателе и достигает дорожки аэродрома, имея скорость 30м/с. Определить работу сил сопротивления воздуха при снижении.

Дано:	Решение:

m = 2 т;
v_1 = 50 м/с;
h = 500 м;
v_2 = 30 м/с;
	Запишем закон изменения энергии:
	Работа сил сопротивления равна изменению энергии самолета, взятому с противоположным знаком.
	$A_C = W_H - W_K$, где W_H и W_K – начальное и конечное значения энергии самолета.
	$W_H = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$, а $W_K = \frac{mv_2^2}{2}$,

A_C - ?	Тогда: $A_C = \frac{mv_1^2}{2} + mgh - \frac{mv_2^2}{2} \quad \rightarrow \quad A_C = \frac{m}{2}\left(v_1^2 - v_2^2 + 2gh\right)$, после вычислений получим: A_C= 11,6 МДж.

Ответ: работа сил сопротивления A_C= 11,6 МДж.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

3. На барабан, укрепленный на оси, массой 8 кг намотан шнур, к концу которого прикреплен груз массой 2 кг. Найти ускорение груза. Барабан считать однородным диском. Трением пренебречь.

Дано:

$m_Б = 8$ кг;

$m = 2$ кг;

a - ?

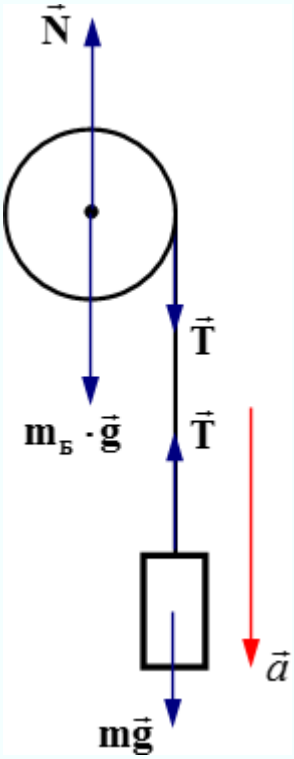
Решение:

Выполним чертеж и нарисуем силы, действующие на груз и барабан.

Груз движется поступательно вниз, для него второй закон Ньютона в векторной форме выглядит так:

$m \cdot \vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$, или в проекции на направление ускорения:

$$m \cdot a = mg - T \ .$$



Барабан вращается, запишем для него второй закон Ньютона в векторной форме:

$$J \cdot \vec{\beta} = \vec{M}_N + \vec{M}_{ТЯЖ} + \vec{M}_T \ ,$$

Моменты силы тяжести $M_{тяж}$ и силы реакции опоры M_N относительно оси вращения барабана равны нулю, так как силы приложены в оси вращения и тогда в проекции на направление углового ускорения (за чертеж) получим:

$$J \cdot \beta = M_T \ \text{ или } \ J \cdot \beta = R \cdot T \ ,$$

где J – момент инерции барабана, β – его угловое ускорение, а R – радиус барабана.

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} m \cdot a = mg - T, \\ J \cdot \beta = R \cdot T, \\ a = \beta \cdot R, \\ J = \dfrac{1}{2} m R^2. \end{cases}$$

Выполняя подстановки из четвертого и третьего уравнения во второе, получим:

$$\begin{cases} \dfrac{1}{2} m \cdot a = T, \\ m \cdot a = mg - T. \end{cases}$$

Сложив эти два уравнения, выразим ускорение груза:

$$\frac{3}{2} m \cdot a = mg \quad \rightarrow \quad a = \frac{2}{3} g = 6{,}53 \frac{м}{c^2} \ .$$

Ответ: ускорение груза $a = 6{,}53$ м/с^2.

Индивидуальные задания по разделу «Молекулярная физика и термодинамика»

Индивидуальное задание № 1. Молекулярно-кинетическая теория

Индивидуальное задание № 2. Термодинамика

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание № 1. Молекулярно-кинетическая теория

3. Сравнить число атомов, из которых состоят медное и алюминиевое изделия равного объема.

Дано:	Решение:
1 - медь 2 - алюминий $V_1 = V_2$	Число атомов в изделии: $N = \frac{m}{m_{AT}} = \frac{m}{\mu} \cdot N_A = \frac{\rho \cdot V}{\mu} \cdot N_A$, тогда:
$\frac{N_1}{N_2} - ?$	$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\rho_1 \cdot \mu_2}{\rho_2 \cdot \mu_1}$.

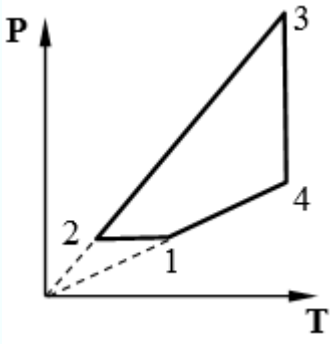
Значения молярных масс меди и алюминия определим по таблице Менделеева: $\mu_1 = 64 \cdot 10^{-3}$кг/моль, $\mu_2 = 27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Значения плотностей меди и алюминия возьмем из справочника: $\rho_1 = 8{,}9 \cdot 10^3$кг/м^3, $\rho_2 = 2{,}7 \cdot 10^3$кг/м^3.

Вычислим отношение: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{\rho_1 \cdot \mu_2}{\rho_2 \cdot \mu_1} = \frac{8{,}9 \cdot 27}{2{,}7 \cdot 64} = 1{,}4$.

Ответ: в медном изделии атомов в 1,4 больше.

2. Некоторая масса газа совершает цикл, изображенный на **PT** диаграмме, Изобразить этот цикл на **PV** и **VT** диаграммах.



Решение:

Проведем анализ:

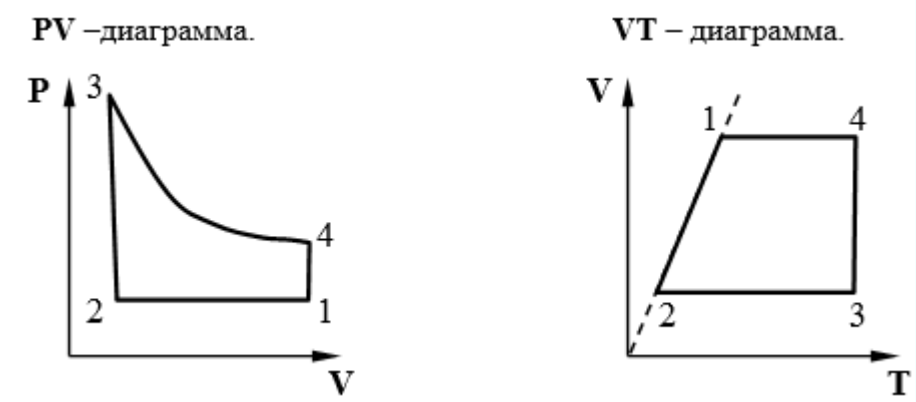
Процесс 1–2 – изобарическое охлаждение, P = const, T – уменьшается, V – уменьшается.

Процесс 2–3 – изохорное нагревание, P – растет, T – растет, V = const.

Процесс 3–4 – изотермическое расширение, P – уменьшается, T = const, V – растет.

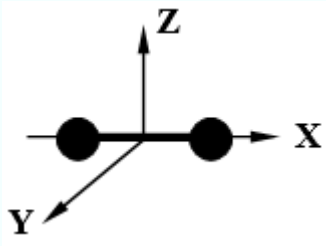
Процесс 4–1 – изохорное охлаждение. P – уменьшается, T – уменьшается, V = const.

Построим графики.



Ответ: эти графики и являются ответом.

3. Определить суммарную кинетическую энергию вращательного движения молекул азота, содержащихся в 1,4 г газа. Температура газа 400 К.

Дано:	СИ	Решение:
m = 1,4 г	$1{,}4 \cdot 10^{-3}$ кг	Молекула азота имеет вид:
T = 400 К		
N_2 - азот		
W_{BP} - ?		

Момент инерции молекулы относительно оси OX равен нулю, остальные два момента – отличны от нуля. Таким образом, молекулы азота имеют две степени свободы вращательного движения. На каждую степень свободы теплового движения молекулы приходится энергия: $W_0 = \frac{1}{2} \cdot kT$, тогда вращательная энергия одной молекулы азота: $W_i = \frac{2}{2} \cdot kT = kT$, а суммарная энергия вращения всех молекул равна: $W_{BP} = kT \cdot N$.

Число молекул в m граммах азота можно вычислить по формуле: $N = \frac{m}{m_I} = \frac{m}{\mu} \cdot N_A$,, где μ – молярная масса, N_A – число Авогадро.

$$W_{BP} = kT \cdot \frac{m}{\mu} \cdot N_A = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 400 \cdot \frac{1{,}4 \cdot 10^{-3} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}{28 \cdot 10^{-3}} = 166{,}2 \text{ Дж.}$$

Ответ: W_{BP} = 166,2 Дж.

4. Резиновая камера содержит воздух при температуре 300 К и нормальном атмосферном давлении. На какую глубину нужно опустить камеру в воду с температурой 277 К, чтобы ее объем уменьшился вдвое?

Дано:	Решение:
T_1 = 300 К	Запишем объединенный газовый закон для воздуха в камере:
P_A = 1·105 Па	$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$.
T_2 = 277 К	
$V_1 = 2 \cdot V_2$	$P_1 = P_A$, а давление в камере на глубине h будет: $P_2 = P_A + \rho \cdot g \cdot h$, тогда получим:
h - ?	

$$\frac{P_A \cdot V_1}{T_1} = \frac{(P_A + \rho \cdot g \cdot h)}{T_2} \cdot \frac{V_1}{2} \Rightarrow \frac{2P_A \cdot T_2}{T_1} - P_A = \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{P_A}{\rho \cdot g} \cdot \frac{2T_2 - T_1}{T_1} .$$

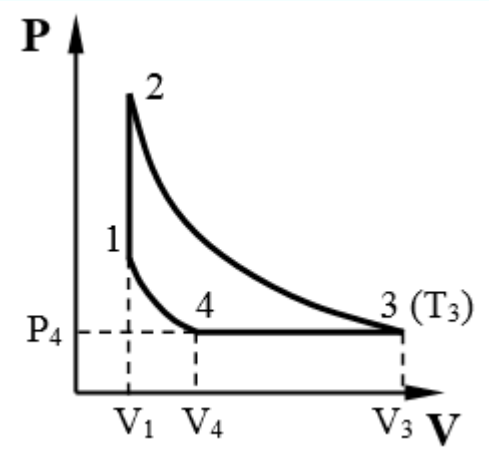
Вычислим: $h = \frac{1 \cdot 10^5}{1 \cdot 10^3 \cdot 9{,}8} \cdot \frac{2 \cdot 277 - 300}{300} = 8{,}64 \quad м$.

Ответ: h = 8,64 м.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание № 2. Термодинамика

1. Одноатомный газ совершает цикл, изображенный на рисунке. Найти: значения параметров в характерных точках цикла, его КПД, полезную работу, теплоту, полученную от нагревателя и отданную холодильнику. Если: V_1 =1 л; V_4 = 2,5 л; V_3 = 4 л; T_3 = 480 К; P =2·10^5 Па.



Дано:	СИ
$V_1 = V_2$ = 1 л	10^{-3} м^3
V_3 = 4 л	4.10^{-3} м^3
V_4 = 2,5 л	
$P_3 = P_4$ = 2·105 Па	
$T_1 = T_4$	
$T_2 = T_3$ = 480 К	
Найти:	
P_1, P_2, T_2, T_4, Q_1, Q_2, η	

Решение:

1. На участке 3–4 процесс изобарный. Применим закон Гей-Люссака к участку 3–4:

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_4}{T_4} \quad \Rightarrow T_4 = \frac{T_3 \cdot V_4}{V_3} = \frac{480 \cdot 2{,}5}{4} = \ 300 \text{ К.}$$

$T_1 = T_4$ = 300 К.

2. На участке 1–4 процесс изотермический. Применим закон Бойля-Мариотта к участку 1–4:

$$P_1 V_1 = P_4 V_4 \quad P_1 = P_4 \frac{V_4}{V_1} = 2 \cdot 10^5 \frac{2{,}5}{1} = 5 \cdot 10^5 \quad Па \ .$$

3. На участке 2–3 процесс изотермический. Применим закон Бойля-Мариотта к участку 2–3:

$$P_2 V_2 = P_3 V_3 \quad P_2 = P_3 \frac{V_3}{V_2} = 2 \cdot 10^5 \frac{4}{1} = 8 \cdot 10^5 \quad Па \ .$$

4. Вычислим теплоту, полученную от нагревателя. Газ получает теплоту на участках 1–2 и 2–3:

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + A_{23} = \frac{3}{2}\left(P_2 V_2 - P_1 V_1\right) + P_2 V_2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_2} \ .$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} \cdot 10^2 \cdot \left(8 \cdot 1 - 5 \cdot 1\right) + 8 \cdot 1 \cdot 10^2 \cdot \ln 4 = 1560 \quad Дж \ .$$

5. Вычислим теплоту, отданную холодильнику. Газ отдает тепло на участках 4–3 и 4–1:

$$\left|Q_2\right| = Q_{14} + Q_{43} = P_1 V_1 \cdot \ln \frac{V_4}{V_1} + \frac{5}{2}\left(P_3 V_3 - P_4 V_4\right) \ .$$

$$|Q_2| = Q_{14} + Q_{43} = 5 \cdot 1 \cdot 10^2 \cdot \ln\frac{2{,}5}{1} + \frac{5}{2} \cdot 10^2 \cdot (2 \cdot 4 - 2 \cdot 2{,}5) = 1210\ Дж.$$

6. Полезная работа может быть найдена как разность полученной теплоты от нагревателя и отданной холодильнику:

$$A = Q_1 - |Q_2| = 1560 - 1210 = 350 \quad Дж\ .$$

7. КПД: $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{350}{1560} \cdot 100\% = 22{,}4\%$.

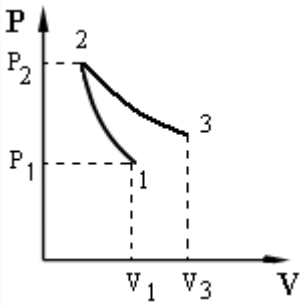
Ответ: $P_1 = 5 \cdot 10^5$ Па; $T_1 = T_4 = 300$ К; $P_2 = 8 \cdot 10^5$ Па; $Q_1 = 1560$ Дж; $Q_2 = 1210$ Дж; A = 350 Дж; $\eta = 22{,}4$ %.

2. Идеальный двухатомный газ в количестве 1 моля сжимают адиабатически так, что давление газа увеличивается в два раза. Затем газ изотермически расширяется. Изменение энтропии во всем процессе равно 5,75 Дж/К. Определить отношение начального и конечного объемов газа.

Дано:
$\nu = 1$ моль
$P_2 = 2P_1$
1-2 - адиабата
$\Delta S = 5{,}75$ Дж/К

$\frac{V_3}{V_1}$ - ?

Решение:



При адиабатном процессе энтропия не изменяется, поэтому изменение энтропии во всем процессе $\Delta S = \Delta S_{23}$ равно ее изменению в изотермическом процессе.

$$\Delta S_{23} = \nu \cdot R \cdot \ln\frac{V_3}{V_2} \quad \Rightarrow \quad \ln\frac{V_3}{V_2} = \frac{\Delta S}{\nu \cdot R}\ ,$$

где R – универсальная газовая постоянная, V – объем газа.
Для адиабатного участка 1–2 имеем:

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma} \quad \Rightarrow \quad \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} = \frac{P_2}{P_1} \quad \Rightarrow \quad \ln\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{\gamma} \cdot \ln\frac{P_2}{P_1}\ ,$$

где P – давление газа, $\gamma = 1{,}4$, так как газ двухатомный.

Найдем $\frac{V_3}{V_1}$, легко видеть, что $\frac{V_3}{V_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_3}{V_2}$; прологарифмируем это выражение: $\ln\frac{V_3}{V_1} = \ln\frac{V_3}{V_2} - \ln\frac{V_1}{V_2}$ и после подстановки получим:

$$\ln\frac{V_3}{V_1} = \frac{\Delta S}{\nu \cdot R} - \frac{1}{\gamma} \cdot \ln\frac{P_2}{P_1} = \frac{5{,}75}{1 \cdot 8{,}31} - \frac{1}{1{,}4} \cdot \ln 2 = 0{,}2 \quad \Rightarrow \quad \frac{V_3}{V_1} = 1{,}2\ .$$

Ответ: $\frac{V_3}{V_1} = 1{,}2$.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальные задания по разделу «Электродинамика»

Индивидуальное задание № 1. Постоянный ток

Индивидуальное задание № 2. Магнитное поле, переменный ток

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2017

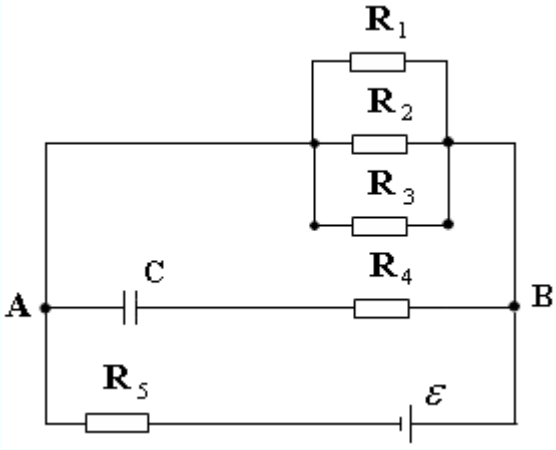
Индивидуальное задание № 1. Постоянный ток

1. Определите разность потенциалов на обкладках конденсатора в схеме, приведенной на рисунке. ЭДС источника ε = 20 В, сопротивления всех резисторов равны. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

Дано:
$\varepsilon = 20$ В
$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5$

Найти:
U - ?

Решение:



Сопротивление конденсатора постоянному току бесконечно велико, поэтому через резистор сопротивлением R_4 ток протекать не будет. Следовательно, разность потенциалов между обкладками конденсатора определяется падением напряжения на участке AB, состоящем из трёх параллельно включенных резисторов сопротивлением R_1, R_2 и R_3:

$$U = IR \ . (1)$$

где R – результирующее сопротивление трёх сопротивлений R_1, R_2 и R_3. Ток в общей цепи, согласно закону Ома для замкнутой цепи, $I = \dfrac{\varepsilon}{R_5 + R}$,(2)

$$\text{где } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{3}{R_1}, \text{ откуда } R = \frac{R_1}{3} \ .(3)$$

Подставив выражение (2) в формулу (1) и учитывая (3), найдём искомую разность потенциалов на обкладках конденсатора:

$$U = \frac{\varepsilon}{R_5 + R} R = \frac{\varepsilon}{R_1 + \frac{R_1}{3}} \frac{R_1}{3} = \frac{\varepsilon}{4} \ .$$

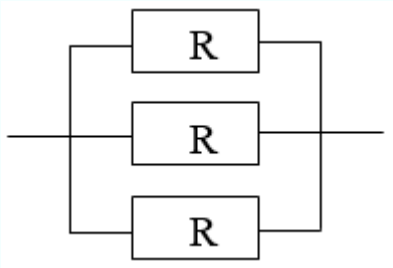
Ответ: U = 5 В.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

2. Электроплитка имеет три одинаковых нагревательных элемента, которые можно соединить по разному при помощи переключателя. Если нагревательные элементы соединены параллельно, то вода в чайнике закипает через 6 минут. Как соединены элементы при другом положении переключателя, если то же количество воды в том же чайнике закипает через 12 минут?

Дано:	СИ
t = 6 мин	360 с
R1 = R2 = R3 = R	
t = 12 мин	720 с
Найти:	
Как соединены элементы - ?	

Решение:



Три элемента электроплитки можно соединить следующими способами:

1) параллельно.

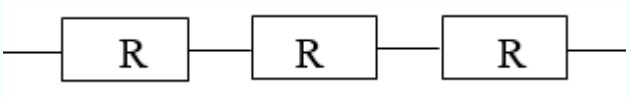
Очевидно, что $\frac{1}{R_{об}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}, R_{об} = \frac{R}{3}$.

Тогда из закона Джоуля-Ленца имеем $Q = \frac{U^2}{R_{об}} \cdot t = \frac{3U^2}{R} \cdot t$, где Q – количество тепла, выделенное плитками за время t.

Отсюда $\frac{Q \cdot R}{U^2} = 3 \cdot t = 3 \cdot 360 = 1080(\tilde{n}) = 18$ *мин.*

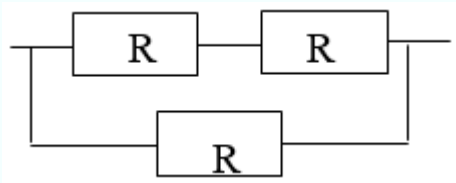
Учитывая, что общее напряжение U и сопротивление R одинаково для всех случаев соединения и количество теплоты тоже одинаково, найдем время, которое необходимо, чтобы вода в чайнике закипела при других схемах соединения.

2) последовательно, тогда $R_{об} = 3R$.



В этом случае $Q = \frac{U^2}{R_{об}} \cdot t$ или $Q = \frac{U^2}{R_{об}} \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{3QR}{U^2} = 3 \cdot 1080 = 3240(c) = 54$ *мин.*

3) смешанное, тогда $R_{об} = \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2}{3}R$.



© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Количество теплоты, выделившееся на этом участке, может быть найдено как $Q = \frac{U^2}{R_{îá}} \cdot t_2$ или

$$Q = \frac{3U^2}{2R} \cdot t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{2 \cdot Q \cdot R}{U^2} = \frac{2 \cdot 18}{3} = 12 \text{ мин.}$$

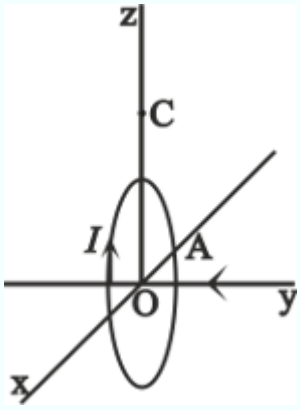
Следовательно, элементы в электроплитке соединены по третьему способу.

Ответ: 2 последовательно и третий параллельно к ним.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание № 2. Магнитное поле, переменный ток

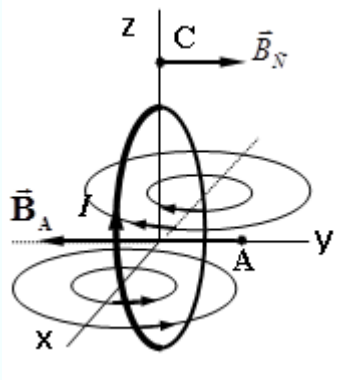
1. Виток с током расположен в плоскости XOZ. Нарисуйте векторы индукции магнитного поля в точках **А**и**С**, указанных на рисунке.



Решение:

Построим линии вектора индукции магнитного поля(магнитные силовые линии). Здесь мы учитываем два обстоятельства:

магнитные силовые линии проводника с током представляют собой концентрические окружности; для определения направления силовых линий используется правило буравчика (если буравчик вращать в направлении тока, на направление его вращения определяет направление силовых линий). Используя выше изложенное, получим:



Из рисунка видно, что в точке А вектор индукции магнитного поля $\vec{B}$ направлен влево, а в точке С – вправо.

Ответ: B_A – влево; B_C – вправо.

2. Протон и -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям. Сравнить радиусы окружностей, по которым двигаются частицы, если у них одинаковы скорости движения. (Заряд -частицы в 2 раза больше заряда протона, а масса в 4 раза больше).

Решение:

Из второго закона Ньютона имеем: $ma_n = F_л$, где m – масса заряженной частицы, движущейся по круговой орбите с нормальным ускорением a_n, $F_л$ – сила Лоренца.

$$F_ё = q \cdot \vartheta \cdot B \cdot \sin\alpha \ .$$

В нашем случае $\vec{\vartheta} \perp \vec{B}$ и $\sin\alpha = 1$, тогда $F_ё = q \cdot \vartheta \cdot B$, а $a_n = \frac{\vartheta^2}{R}$, получим $\frac{m\vartheta^2}{R} = q \cdot \vartheta \cdot B$. Отсюда находим радиус окружности: $R = \frac{m\vartheta}{qB}$. Здесь q – заряд частицы, ϑ – ее скорость, B – индукция магнитного поля, в котором движется частица.

Для α -частицы имеем $R_\alpha = \frac{m_\alpha \cdot \vartheta_\alpha}{q_\alpha \cdot B}$, для протона: $R_p = \frac{m_p \cdot \vartheta_p}{q_p \cdot B}$.

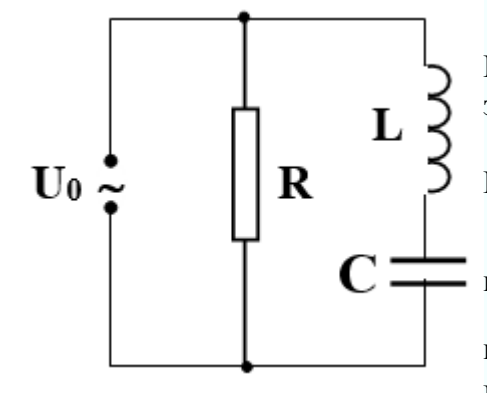
$\frac{R_\alpha}{R_p} = \frac{m_\alpha \cdot \vartheta_\alpha \cdot q_p \cdot B}{q_\alpha \cdot B \cdot m_p \cdot \vartheta_p}$, так как по условию задачи $\vartheta_\alpha = \vartheta_p$, $q_\alpha = 2q_p$, $m_\alpha = 4m_p$, тогда

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

$$\frac{R_\alpha}{R_p} = \frac{4m_p \cdot q_p}{2q_p \cdot m_p} = 2 .$$

Ответ: $R\ /R_p = 2$.

3. Построить векторную диаграмму для цепи, приведенной на рисунке. Определить сдвиг фаз между током и напряжением в этой цепи.



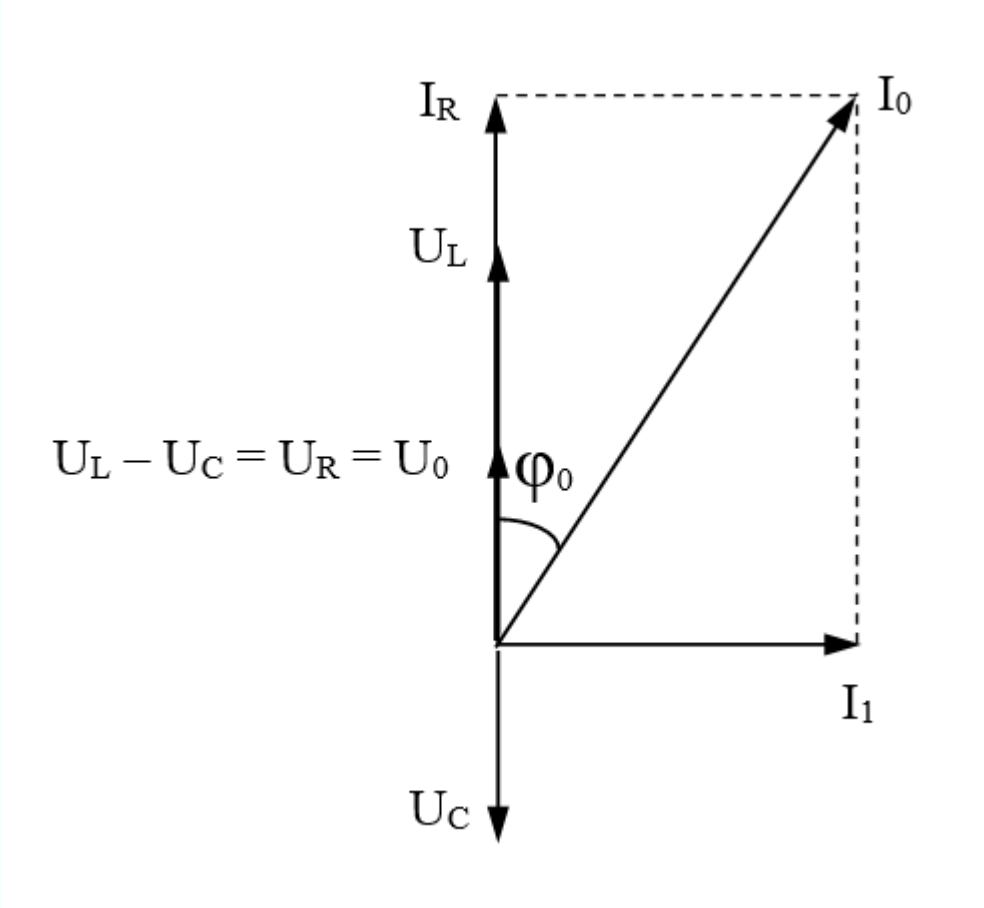
Решение:

Построение диаграммы начнем с последовательной ветви. Ток в элементах L и C одинаков, построим этот вектор – I_1.

Напряжение на катушке индуктивности U_L опережает ток на $\frac{\pi}{2}$, а на конденсаторе отстает от тока тоже на $\frac{\pi}{2}$. Построим эти векторы, предположив, что $U_L > U_C$.

Вектор тока I_R в активном сопротивлении совпадает по фазе с током, изобразим его.

Сложим векторы I_R и I_1 по правилу параллелограмма, получим общий ток I_0. Он отстает от напряжения на угол φ_0.



Индивидуальные задания по разделу «Оптика»

Индивидуальное задание № 1. Фотометрия, геометрическая оптика и интерференция света

Индивидуальное задание № 2. Дифракция и поляризация света

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание №1. Фотометрия, геометрическая оптика и интерференция света

1. На высоте 3 м от земли висит лампа, сила света которой 250 кд, а на высоте 4 м висит лампа сила, света которой 150 кд. Расстояние между лампами по горизонтали равно 2,5 м. Во сколько раз освещенность на земле под первой лампой больше, чем под второй?

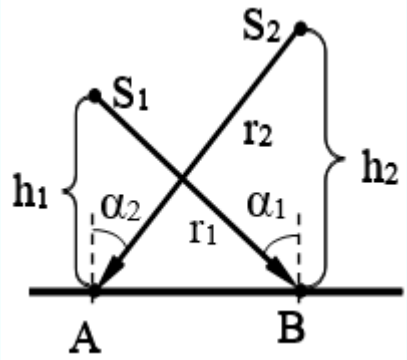
Дано:

I1=250 кд,
h1=3 м,
I2=150 кд,
h2=4 м
AB=l=2,5м

$\frac{E_A}{E_B} - ?$

Решение:

Выполним чертеж,



Освещенность в точке А под первой лампой равна сумме освещенностей, создаваемых в этой точке первой (E_{A1}) и второй (E_{A2}) лампами: $E_A = E_{A1} + E_{A2}$, каждая из ламп может считаться точечным источником.

$E = \frac{I \cdot \cos\alpha}{r^2}$, где E – освещенность в некоторой точке, I – сила света источника, α – угол падения лучей на поверхность, r – расстояние от источника до точки.

Тогда первая лампа в точке А создаст освещенность: $E_{A1} = \frac{I_1}{h_1^2}$, а вторая – $E_{A2} = \frac{I_2 \cdot \cos\alpha_2}{r_2^2} = \frac{I_2 \cdot h_2}{\left(h_2^2 + l^2\right)^{\frac{3}{2}}}$, и освещенность в точке А будет равна:

$$E_A = \frac{I_1}{h_1^2} + \frac{I_2 \cdot h_2}{\left(h_2^2 + l^2\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{250}{9} + \frac{150 \cdot 4}{(16 + 6{,}25)^{\frac{3}{2}}} = 33{,}5 лк .$$

Вторая лампав точке В создаст освещенность: $E_{B2} = \frac{I_2}{h_2^2}$, а первая – $E_{B1} = \frac{I_1 \cdot \cos\alpha_1}{r_1^2} = \frac{I_1 \cdot h_1}{\left(h_1^2 + l^2\right)^{\frac{3}{2}}}$ и освещенность в точке Вбудет равна: $E_B = \frac{I_2}{h_2^2} + \frac{I_1 \cdot h_1}{\left(h_1^2 + l^2\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{150}{16} + \frac{250 \cdot 3}{(9 + 6{,}25)^{\frac{3}{2}}} = 21{,}9 лк$.

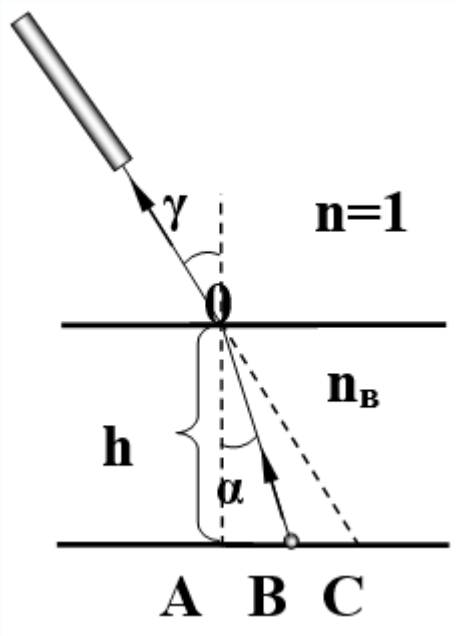
Искомое отношение: $\frac{E_A}{E_B} = \frac{33{,}5}{21{,}9} = 1{,}53$.

Ответ: $\frac{E_A}{E_B} = 1{,}53$.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

2. На дне ручья лежит камешек. Мальчик хочет попасть в него палкой. Прицеливаясь, мальчик держит палку в воздухе под углом 45^0. На каком расстоянии от камешка воткнется палка в дно ручья, если его глубина 32 см?

Дано:	СИ	Решение:
h = 32 см	0,32 м	Выполним чертеж:
γ = 450		
nв = 1,33		
x- ?		



Мальчик направляет палку вдоль луча, идущего от камня к нему в глаз, и попадет ею в точку С на дне ручья. Искомое расстояние x = ВС= АС – АВ.

Выразим длины отрезков АС и АВ из треугольников А0С и А0В.

$$AC = h \cdot tg\gamma, AB = h \cdot tg\alpha.$$

Угол α найдем из закона преломления света:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{1}{n_B}, \text{ тогда } \sin\alpha = \frac{\sin\gamma}{n_B} \text{ откуда } x = h \cdot tg\gamma - h \cdot tg\alpha = h\left(tg\gamma - \frac{\sin\gamma}{n_B \cdot \cos\alpha}\right) = h\left(tg\gamma - \frac{\sin\gamma}{\sqrt{n_B^2 - \sin^2\gamma}}\right).$$

Проведем вычисления: $x = 0{,}32\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{1{,}33^2 - 0{,}5}}\right) = 0{,}12$ см.

Ответ: x = 12 см.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

3. Определить, светлое или темное кольцо Ньютона в отраженном свете будет иметь радиус 5,3 мм, если система освещается светом с длиной волны 450 нм, падающим нормально к поверхности линзы. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы равен 18 м.

Дано:	СИ
r = 5,3 мм	5,3.10-3м
λ= 450 нм	4,5.10-7м
R = 18 м	
m- ?	

Решение:

Чтобы определить, будет кольцо светлым или темным, надо знать, сколько длин волн укладывается в оптической разности хода, интерферирующих лучей. Если укладывается целое число длин волн, то кольцо – светлое. Если разность хода равна нечетному числу длин полуволн – кольцо темное.

Выполним чертеж:

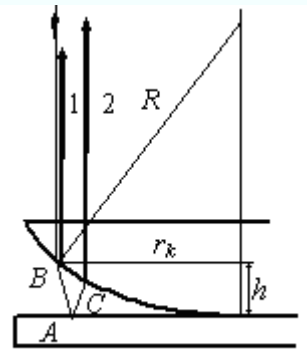


Рис. 1

Интерферируют лучи 1 и 2, их оптическая разность хода равна:

$\Delta_0 = AB + \grave{A}C \mp \frac{\lambda}{2}$, полволны теряется при отражении от более плотной среды в точке А, $AB \approx AC \approx h$.

Можно записать, что: $\Delta_0 = 2h \mp \frac{\lambda}{2}$, где h – толщина воздушной прослойки между линзой и пластинкой в данном месте.

С другой стороны: $R^2 = r_k^2 + (R-h)^2 = r_k^2 + R^2 - 2Rh + h^2$, откуда следует: $r_k^2 = 2Rh$ или $2h = \frac{r_k^2}{R}$, после подстановки последнего выражения в оптическую разность хода получим (h^2 – пренебрегаем):

$\Delta_0 = \frac{r_k^2}{R} \mp \frac{\lambda}{2} = m\lambda$, тогда $\frac{r_k^2}{R\lambda} \mp \frac{1}{2} = m$.

Проведем вычисления: $m = \frac{5{,}3^2 \cdot 10^{-6}}{18 \cdot 4{,}5 \cdot 10^{-7}} \mp \frac{1}{2} = 3{,}5 \mp 0{,}5$ – число целое, значит кольцо – светлое.

Ответ: кольцо светлое.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание № 2. Дифракция и поляризация света

1. На диафрагму с круглым отверстием диаметром 4 мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света с λ = 0,5 мкм. На расстоянии 1 м от диафрагмы параллельно ей расположен экран. Светлое или темное пятно будет наблюдаться в центре картины?

Дано:	СИ	Решение:
d= 4 мм	4.10-4м	Если отверстие откроет четное число зон Френеля, то в центре картины будет темное пятно, так как колебания соседних зон гасят друг друга. Если открыто нечетное число зон Френеля, то пятно будет светлым.
λ= 0,5мкм	5.10-7м	
b = 1 м		
m- ?		

Воспользуемся выражением для радиуса зоны Френеля номера m: $r_m = \sqrt{bm\lambda}$, где b – расстояние от диафрагмы до экрана,m – номер зоны, откуда получим:

$$m = \frac{r_m^2}{b\lambda}.$$

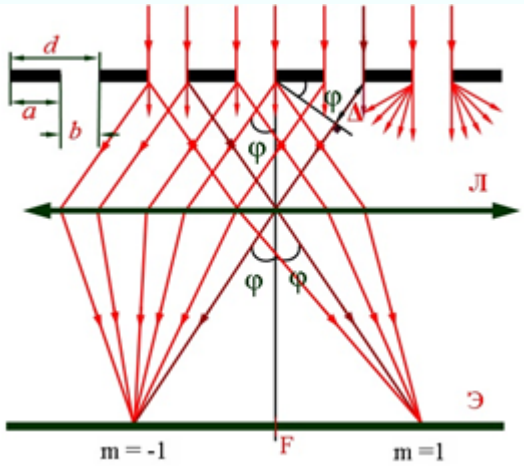
Зона открыта, если ее радиус меньше или равен радиусу отверстия, тогда $r_m = d/2$, и тогда:

$$m = \frac{d^2}{4b\lambda} = \frac{4^2 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 8$$ – число зон четное, значит пятно – темное.

Ответ: восемь зон, темное пятно.

2. Дифракционная решетка содержит 100 штрихов на 1 мм длины. Определить длину волны монохроматического света, падающего на решетку нормально, если угол между двумя спектрами первого порядка равен8^0.

Дано:	СИ	Решение:
n = 100	10^{-3}м	Сделаем чертеж:
l = 1 мм		
m = 1		
α = 80		
λ- ?		



Воспользуемся условием наблюдения главных максимумов, создаваемых дифракционной решеткой:

$$d \cdot \sin\varphi = m\lambda ,$$

где d – период решетки, φ – угол дифракции или угол, определяющий направление на максимум

порядка m. Откуда $\lambda = \frac{d \cdot \sin\varphi}{m}$. Тогда в данной задаче: $\varphi = \frac{\alpha}{2}$, так как максимумы расположены симметрично относительно центрального, а $d = \frac{l}{n}$.

Подставив все в формулу для λ, получим: $\lambda = \frac{l \cdot \sin\frac{\alpha}{2}}{n \cdot m} = 7 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: λ = 700 нм.

3. Луч естественного света последовательно проходит через поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых 60^0. Во сколько раз изменится интенсивность света после прохождения системы?

Дано:	Решение:
φ = 600	После прохождения естественного света через поляризатор его интенсивность уменьшится в два раза: $I_П = \frac{I_0}{2}$, и свет становится поляризованным.
$\frac{I_0}{I_k}$ - ?	Интенсивность поляризованного света, прошедшего через анализатор изменяется по закону Малюса: $I_A = I_П \cdot \cos^2\varphi$.

Интенсивность света после прохождения системы I_k будет равна I_A и тогда:

$I_k = \frac{I_0}{2} \cdot \cos^2\varphi = \frac{I_0}{2} \cdot \frac{1}{4} = \frac{I_0}{8}$, откуда следует, $\frac{I_0}{I_k} = 8$.

Ответ: интенсивность света уменьшится в 8 раз.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальные задания по разделу «Квантовая физика»

Индивидуальное задание № 1. Тепловое излучение, фотоэффект, физика атома

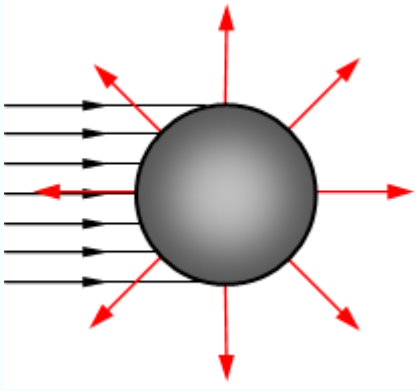
Индивидуальное задание № 2. Физика ядра

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание №1. Тепловое излучение, фотоэффект, физика атома

1. Определить температуру небольшого незатененного спутника Земли сферической формы. Коэффициент поглощения материала спутника принять равным 0,4. Солнечную постоянную принять равной 1,4 кВт/м^2. Приток тепла от других источников энергии считать пренебрежимо малым.

Дано:	СИ	Решение:
α= 0,4 c =1,4 кВт/м^2	1,4·10^3 Вт/м^2	Выполним чертеж.
T - ?		



Солнечные лучи падают на поверхность спутника параллельным пучком.

Спутник поглотит энергию $W_П = \alpha \cdot c \cdot S_П$, где SП – площадь поверхности, поглощающая энергию. Тогда $W_П = \alpha \cdot c \cdot \pi \cdot R^2$, где R – радиус спутника.

Температура спутника перестанет меняться, когда количество поглощенной и излученной спутником энергии будут равны $W_П = W_{ИЗЛ}$. Излучает спутник во все стороны. Тогда $W_И = \alpha \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot S_{ИЗЛ}$, (согласно законам Стефана-Больцмана и Кирхгофа), где $S_{ИЗЛ}$ – площадь поверхности, излучающая энергию, она равна всей площади поверхности спутника.

Энергия, излучаемая спутником, будет равна: $W_{ИЗЛ} = \alpha \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot 4\pi \cdot R^2$

Приравняв полученные выражения получим: $c = 4\sigma \cdot T^4$ и тогда,

$$T = \sqrt[4]{\frac{c}{4\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{1{,}4 \cdot 10^3}{4 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8}}} = 280 \text{ К.}$$

Ответ: T = 280 К.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

2. Какова длина волны света, если на каждый квадратный сантиметр поверхности падает $2 \cdot 10^{16}$ квантов в секунду?

Дано:	СИ
P = 0,22 мкПа	$2{,}2 \cdot 10^{-7}$ Па
$n_1 = 2 \cdot 10^{16}$ см$^{-1}$ с$^{-1}$	$2 \cdot 10^{18}$ м$^{-1}$ с$^{-1}$
λ - ?	

Решение:

Давление излучения на поверхность равно: $P = w(1+\rho)$, где w – объемная плотность энергии, а ρ – коэффициент отражения. Объемную плотность энергии можно выразить как произведение концентрации фотонов (n) на энергию фотона ($h\nu$): $w = n \cdot h\nu = \dfrac{n \cdot hc}{\lambda}$, $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$.

Число фотонов, падающих на единичную площадку в единицу времени, равно: $n_1 = n \cdot c$, где c – скорость света в вакууме.

Тогда: $P = \dfrac{n \cdot hc}{\lambda}(1+\rho) = \dfrac{n_1 \cdot h}{\lambda}(1+\rho)$, откуда: $\lambda = \dfrac{n_1 \cdot h \cdot (1+\rho)}{P}$.

Проведем подстановку и вычисления в СИ:

$$\lambda = \frac{2 \cdot 10^{16} \cdot 10^{4}\, м^{-1} c^{-1} \cdot 6{,}63 \cdot 10^{-34}\, Дж \cdot c}{0{,}22 \cdot 10^{-6}\, Па} \approx 600 нм .$$

Ответ: λ = 600 нм.

3. У какого водородоподобного иона разность длин волн между головными линиями серий Бальмера и Лаймона равна 59,3 нм?

Дано:
Δλ = 59,3 нм
Z - ?

Решение:

Для решения воспользуемся обобщенной формулой Бальмера: $\dfrac{1}{\lambda} = RZ^2\left(\dfrac{1}{n^2} - \dfrac{1}{m^2}\right)$, где $R = 1{,}097 \cdot 10^7$ м$^{-1}$ – постоянная Ридберга,n im – главные квантовые числа, а Z – порядковый номер элемента.

Для головной линии серии Лаймона n = 1, а m – стремится к бесконечности.

Для головной линии серии Бальмера n = 2, а m – стремится к бесконечности.

Тогда запишем: $\dfrac{1}{\lambda_{ГЛ}} = RZ^2 \Rightarrow \lambda_{ГЛ} = \dfrac{1}{RZ^2}$, где $\lambda_{ГЛ}$ – длина волны головной линии серии Лаймона и

$\dfrac{1}{\lambda_{ГБ}} = RZ^2\dfrac{1}{4} \Rightarrow \lambda_{ГБ} = \dfrac{4}{RZ^2}$, где $\lambda_{ГБ}$ – длина волны головной линии серии Бальмера.

Разность длин волн головных линий будет равна: $\Delta\lambda = \dfrac{3}{RZ^2}$, откуда:

$$Z = \sqrt{\frac{3}{\Delta\lambda \cdot R}} = \sqrt{\frac{3}{59{,}3 \cdot 10^{-9} \cdot 1{,}097 \cdot 10^{7}}} = 2 .$$

Ответ: Z = 2 – гелий.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание № 2. Физика ядра

1. Определите состав следующих ядер: ${}^{165}_{67}Ho$, ${}^{115}_{49}In$, ${}^{55}_{25}Mn$, ${}^{9}_{4}Be$.

Решение:

Вверху слева от символа элемента стоит массовое число A, а внизу слева – зарядовое число Z.

Зарядовое число определяет заряд ядра элемента и равно числу протонов в ядре NP.

Массовое число определяет массу ядра и равно числу нуклонов в ядре, поскольку число нуклонов равно сумме числа протонов и числа нейтронов в ядре, то число нейтронов в ядре равно разности: Nn= A – NP.

$${}^{165}_{67}Ho \quad N_P = 67, \quad N_n = 165 - 67 = 98;$$

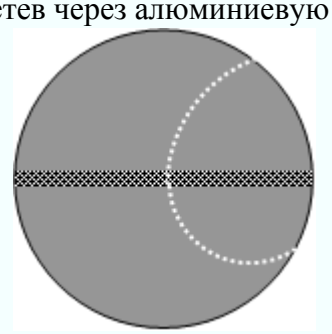
$${}^{115}_{49}In \quad N_P = 49, \quad N_n = 115 - 49 = 66;$$

$${}^{55}_{25}Mn \quad N_p = 25, \quad N_n = 55 - 25 = 30;$$

$${}^{9}_{4}Be \quad N_P = 4, \quad N_n = 9 - 4 = 5$$

.

2. Протон влетел в камеру Вильсона, помещенную в магнитное поле, и, пролетев через алюминиевую перегородку, вылетел из нее. Определите направление магнитного поля и направление движения протона.



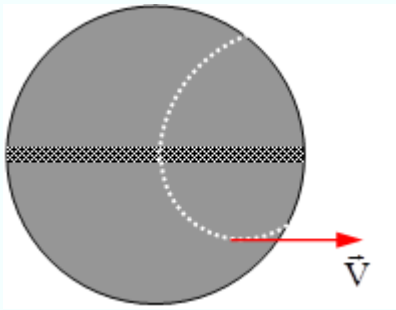
Решение:

Из рисунка видно, что радиус кривизны траектории протона в верхней части больше, чем в нижней.

Радиус кривизны траектории частицы в магнитном поле перпендикулярном скорости частицы – равен: $R = \frac{mV}{qB}$, где m – масса частицы, V – модуль ее скорости, q – заряд частицы, а B – индукция магнитного поля.

Из формулы радиуса видно, что он прямо пропорционален скорости движения частицы.

При прохождении частицы через перегородку ее скорость должна уменьшиться, следовательно, протон двигался сверху вниз.



Изобразим на рисунке вектор скорости протона. Для определения направления магнитного поля воспользуемся правилом левой руки.

Левую руку разместим так, чтобы четыре пальца были направлены по скорости. Большой палец, отогнутый на 90^0 градусов, направим по направлению силы Лоренца (к центру дуги окружности), тогда линии индукции магнитного поля будут входить в ладонь. Они направлены от нас за чертеж.

Ответ: протон двигался сверху вниз, линии B – от нас.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

3. Какова активность куска $^{235}_{92}\mathbf{U}$ массой 200 г? Период полураспада этого изотопа T=7,1 10^8лет.

Дано:	СИ
m = 200 г	0,2 кг
T = 7,1·10^8 лет	7,1·10^8·3,15 ·10^7с
a - ?	

Активность препарата – величина, равная числу ядер, распадающихся в единицу времени:

$a = -\frac{dN}{dt} = \frac{\ln 2}{T} \cdot N$, где N – число имеющихся в препарате ядер.

Решение:

Число ядер в препарате равно числу атомов, число атомов в некоторой массе вещества найдем по известной формуле: $N = \frac{m}{\mu} \cdot N_A$, где N_A – число Авогадро.

Тогда активность $a = \frac{\ln 2 \cdot m \cdot N_A}{T \cdot \mu} = \frac{\ln 2 \cdot 0{,}2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}{7{,}1 \cdot 10^8 \cdot 3{,}15 \cdot 10^7 \cdot 0{,}235} = 1{,}6 \cdot 10^7$ Бк.

Ответ: 1,6·10^7 Бк.

4. Напишите недостающие обозначения в ядерной реакции $^{12}_{6}C + \quad \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{13}_{6}C$. Определите, поглощается или выделяется энергия в этой реакции? Вычислите эту энергию.

Решение:

$^{12}_{6}C + {}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{13}_{6}C$, так как суммы массовых и зарядовых чисел до и после реакции должны быть одинаковыми. Выпишем значения массовых чисел продуктов, участвующих в реакции в атомных единицах массы:

до реакции

$^{12}_{6}C$ – 12,000000*а.е.м.*

$^{1}_{1}p$ – 1,00728*а.е.м.*

после реакции

$^{0}_{+1}e$ – 0,00055*а.е.м.*

$^{13}_{6}C$ – 13,00335*а.е.м.*

Сумма масс до реакции – 13,00728 *а.е.м.*, апосле – 13,00390 *а.е.м.* Выразим суммы масс до реакции и после реакции в единицах СИ: $(13{,}00728 - 13{,}00390) \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг.

Сумма масс продуктов реакции меньше, чем продуктов, вступающих в реакцию, значит, в данной реакции выделяется энергия.

Количество выделившейся энергии равно:

$$W = \Delta m \cdot c^2 = (13{,}00728 - 13{,}00390) \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 5{,}05 \cdot 10^{-13}\ Дж$$ или 3,16 МэВ.

Ответ: $^{1}_{1}p$; выделяетсяW = 16 МэВ.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальные задания

Индивидуальное задание 1. Механика

Индивидуальное задание 2. Молекулярная физика и термодинамика

Индивидуальное задание 3. Электричество 1

Индивидуальное задание 4. Электричество 2

Индивидуальное задание 5. Оптика, квантовая, атомная физика

© Алтайский государственный
педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание 1. Механика

101. Через сколько времени возвратится к радиолокатору отраженный от цели сигнал, если цель находится на расстоянии 60 кмот локатора? Ответ дать в миллисекундах.

102. Два мотоцикла, двигаясь равномерно, прошли за одно и то же время разные пути. Первый проехал 400 м при скорости движения 10 м/с. Какой путь проехал второй мотоциклист, имея скорость 15м/с?

103. Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 2,5 м. Какой путь он пройдет за три секунды?

104. Велосипедист, двигаясь равномерно со скоростью 8 м/с в течение четырех секунд, прошел такой же путь, какой второй велосипедист за 10 с. Какова скорость второго велосипедиста?

105. Определить собственную скорость парохода в км/ч, если по течению он идет со скоростью 24 км/ч, а против течения – со скоростью 18 км/ч.

106. Тело, имевшее начальную координату 1 м и скорость 2 м/с, пришло в движение с ускорением 1 м/с^2. Найти координату тела через 1 с.

107. Первую половину пути тело двигалось со скоростью 15 м/с, а вторую половину пути со скоростью 30 м/с. Чему равна средняя скорость движения тела?

108. На реактивный самолет действуют в вертикальном направлении сила тяжести 550 кН и подъемная сила 555 кН, а в горизонтальном– сила тяги 162 кН и сила сопротивления воздуха 150 кН. Найти величину равнодействующей силы. Ответ привести в килоньютонах.

109. Свободно падающее тело за последние 2 с прошло путь 160 м. Определить время падения тела.

110. Свободно падающее тело в момент удара о землю достигло скорости 20 м/с. С какой высоты упало тело?111. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через сколько времени от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?

112. С какой скоростью в м/с двигается вода в трубе сечением 0,05 м^2, если в минуту протекает 6 м^{3}воды?

113. Лодка движется вниз по течению реки со скоростью 15,2 км/ч, а вверх против течения со скоростью 10 км/ч. Определить скорость лодки в стоячей воде. Ответ дать в системе СИ.

114. Пароход, подходящий к берегу, возбудил волну, которая дошла доберега через 1 минуту. Расстояние между соседними «горбами» волны равно 1,5 м, время между последовательными ударами о берег равно 2 с. Каково расстояние от берега до проходящего парохода?

115. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия будет равна потенциальной?

116. Путник прошел 5 км в южном направлении, затем 12 км в восточном, затем еще 10 км в северном направлении. Определить результирующее перемещение путника.

117. Дождь оставляет полосы на окнах под углом 31 градус к вертикали. С какой скоростью падают капли дождя, если скорость ветра составляет 24 м/с? Ответ округлить до целых.

118. Путник, находящийся в 15 км от остановки, идет к ней со скоростью 3 км/ч. В это время от

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

остановки навстречу ему начинает движение автобус со скоростью 72 км/ч. На каком расстоянии от остановки они встретятся? Ответ дать в километрах.

119. Путник прошел 5 км на запад, затем 16 км, повернув на юг, и затем еще 17 км на восток. Определить, на сколько километров путь, проделанный путником, больше его перемещения.

120. Путешественник преодолел 17 км за 4 часа, затем ехал в течение 2,5 часа со скоростью 18 км/ч, и затемпролетел расстояние 730 км за 1,5 часа. Определить среднюю скорость движения путешественника (в км/ч) за время путешествия.

121. Материальная точка движется из состояния покоя с ускорением 2 м/с^2. Какой путь пройдет точка за пятую секунду от начала движения?

122. На ночь забыли выключить кран и всю ночь (28800 секунд) со скоростью 4 м/с вытекала вода. Каков объем вытекшей воды, если площадь сечения носика крана 2 см ^{2}?

123. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с^2. Какова скорость лыжника в начале уклона?

124. Пуля массой 20 г выпущена под некоторым углом к горизонту, в верхней точке имела кинетическую энергию 900Дж. Под каким углом выпущена пуля, если ее начальная скорость 600 м/с? Ответ дать в градусах.

125. При торможении тепловоз массой 10 т останавливается за 5 с, проезжая при этом равнозамедленно путь 20 м. Найти силу торможения.

126. Два тела брошены вертикально вверх из одной точки одно вслед за другим с интервалом 1 с и с одинаковыми начальными скоростями 10 м/с. Через сколько времени оба тела встретятся?

127. Реактивный самолет летит с начальной скоростью 720 км/ч и некоторым ускорением. Определить это ускорение, если известно, что за десятую секунду самолет проходит путь 295 м.

128. Материальная точка начинает вращаться с постоянным угловым ускорением. Определите угловое ускорение точки, если через промежуток времени t=5 с угол α между векторами полного ускорения $\acute{a}$ и скорости $\acute{\upsilon}$ составляет 50º.

129. На однородный сплошной цилиндрический вал радиусом R= 20 см намотана невесомая нить, к концу которой подвешен груз массой m=2 кг. Груз, разматывая нить, опускается с ускорениемα = 1 м/с^2 . Определите: 1) момент инерции J вала; 2) массу m_1 вала.

130. Диск радиусом R=0,6 м, вращаясь равноускоренно, за времяt=2 с приобрел угловую скорость ω=3,3 рад/с. Определите для этого момента времени тангенциальную $\alpha_т$ и нормальную α_n составляющие ускорения.

131. Кинетическая энергия вращающегося с частотой n_1=3с$^{-1}$ маховика равна 8,4 Дж. Во сколько раз увеличится частота вращения маховика за время t=5 с, если на маховик начинает действовать ускоряющий момент силы M=100 Нм?

132. С наклонной плоскости, составляющей угол α=37° с горизонтом, скатывается без скольжения сплошной диск. Пренебрегая трением, определите скорость υ диска через t=4 с после начала движения.

133. Автомобиль двигался с постоянной скоростью 2 м/с, затем его движение становится равноускоренным, и он за 20 с проходит путь 150 м. Какова конечная скорость автомобиля?

134. На расстоянии 21 км от пешехода, идущего со скоростью 3 км/ч, едет вдогонку автобус со

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

скоростью 45 км/ч. Сколько километров успеет пройти пешеход к моменту, когда автобус догонит его?

135. Поезд начинает движение от остановки. Первый вагон проходит мимо наблюдателя, находящегося у начала вагона, за 3 с. За какое время пройдут мимо наблюдателя все 9 вагонов поезда?

136. Молотом забивают костыли в железнодорожные шпалы. Скорость молота при ударе равна 4 м/с, а костыли при этом входят на 2 см. Определить продолжительность удара.

137. С какой скоростью двигался поезд до начала торможения, если при торможении он прошел до остановки 225 м с ускорением 0,5 м/с^2.

138. Тело свободно падает с высоты 80 м. Какой путь оно проходит в последнюю секунду падения?

139. Тело брошено на некоторой высоте вверх под углом 30 градусов к горизонту со скоростью 20 м/с. Через какое время кинетическая энергия тела снова станет такой же, как и при бросании?

140. Найти путь, пройденный телом, которое движется с ускорением 2 м/с^2 и начальной скоростью 3 м/с, если за время движения его скорость возросла до 5 м/с.

141. С высоты 5 м падают две капли с интервалом 0,6 с. Какое расстояние будет между каплями в момент падения на землю первой капли?

142. Из винтовки сделан выстрел в горизонтальном направлении по мишени, удаленной на расстояние 0,85 км от стрелка. Определить скорость пули, если звук удара пули о мишень дошел до стрелка через 3,35 с после выстрела. Скорость звука 340 м/с.

143. Самолет в горизонтальном полете со скоростью 420 км/ч сбрасывает бомбу. На каком расстоянии от места бросания (по горизонтали) упадет бомба, если полет проходит на высоте 720 м?

144. Камень упал в ущелье глубиной 125 м. Через 3 с вслед за ним бросили второй камень. С какой высоты необходимо бросить второй камень, чтобы оба достигли днаущелья одновременно?

145. Объект двигался в течение 15 с равноускоренно с ускорением 0,4 м/с^2, затем равнозамедленно до остановки с ускорением 90 м/с^2. Найти расстояние, пройденное объектомза все время движения.

146. Стальной шарик, упавший с высоты 1,8 м на стальную плиту, отскакивает от нее со скоростью, составляющей 0,5 от скорости, с которой он подлетал к плите. На какую высоту поднимется шарик?

147. Тело под действием силы 10 Н перемещается прямолинейнона расстояние 20 м. Чемуравнавеличинасовершенной работы?

148. Скорость движения одного автомобиля 20 м/с, другого 10 м/с. Во сколько раз кинетическая энергия второго автомобиля больше кинетической энергии первого, если их массы одинаковы?

149. Камень массой 20 г, выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновыйжгут которой растянут на 20 см поднялся на высоту 40 м. Найти коэффициент жесткости жгута.

150. Определить потенциальную энергию тела, если его полная энергияравна 1200 Дж, а кинетическая – 800Дж.

151. Спутник массой 1,5 т движетсясо скоростью 8 км/с. Чемуравна кинетическая энергия спутника?

152. Тележка массой 500 кг, движущаяся со скорость 2 м/с, сталкивается с неподвижной тележкой массой 20 кг. Какова скорость тележек после абсолютно неупругого удара?

153. Определить мощность двигателя моторной лодки, если при скорости 20 м/с он развивает силу

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

тяги 450 Н.

154. Какую работу выполнит трактор за 4 часа, если его КПД 25 % примощностидвигателя 1000кВт?

155. С какой скоростью вылетит шарик из детского пистолета, если пружина была сжата на 5 см. Масса шарика 100 г, жесткость пружины 40 Н/см.

156. Импульс тела 9 кг м/с. Чему равна его масса, если егоскорость 10 м/с?

157. Мощность двигателя швейной машины 40 Вт. Какую работу он выполнит за 10 минут?

158. Граната, летевшая горизонтально со скоростью 10 м/с, разорвалась на две части, массы которых 1 кг и 1,5 кг. Больший осколок полетел в прежнем направлении со скоростью 25 м/с. Определить скорость меньшего осколка.

159. Масса пули $9{,}10^{-3}$ кг. Пуля летит со скоростью 10^{3}м/с. Чему равен импульс пули?

160. По наклонной плоскости длиной 18 м и высотой 6 м поднимают груз массой 180 кг, прикладывая силу 1000 Н параллельно наклонной плоскости. Найти КПД при подъеме. Ответ дать в процентах.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание 2. Молекулярная физика и термодинамика

201. Во сколько раз увеличится давление газа, если концентрация его молекул увеличится в 6 раз, а среднеквадратичная скорость останется той же самой.

202. При какой температуре молекулы кислорода имеют среднюю квадратичную скорость 700 м/с? Молярная масса кислорода 0,032 кг/моль.

203. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода равна средней квадратичной скорости молекул водорода при температуре 150 К? Молярная масса кислорода 0,032 кг/моль, водорода 0,002 кг/моль.

204. Давление газа, находящегося в закрытом баллоне при температуре 300 К, равно 120 кПа. Найти давление этого газа при температуре 450°С. Ответ выразить в кПа.

205. Найти плотность углекислого газа при давлении 94,6 кПа и температуре 250 К. Молярная масса углекислого газа 0,044 кг/моль.

206. Баллон вместимостью V_1 = 20 л, содержащий воздух под давлением $2x10^5$ Па, соединяют с баллоном вместимостью V_2 = 60 л, из которого воздух выкачан. Найти давление, установившееся в сосудах. Температура постоянна.

207. При одинаковых объемах масса куска железа на 12,75 кг больше, чем куска алюминия. Определить массу куска железа.Плотность железа 7800 кг/м^3, алюминия – 2700 кг/м^3.

208. Манометр на баллоне с газом показывал 280 кПа. После понижения температуры на 85 К он уменьшил свои показания на 80 кПа. Найти значение температуры газа после ее понижения (°С).

209. Резиновая камера содержит воздух при температуре 300 К и нормальном атмосферном давлении 101 кПа. На какую глубину нужно опустить камеру в воду с температурой 277 К, чтобы ее объем уменьшился вдвое?

210. Сколько молей вещества содержится в газе, если при давлении 200 кПа и температуре 240 К его объем равен 40л? R = 8,325 Дж/моль К.

211. Газосварщик использует для работы кислород из баллона объемом 40 л при температуре окружающего воздуха 300 К. В начале работы манометр показывал давление 2,30 МПа, а в конце работы 2,05 МПа. Какую массу газа израсходовал сварщик? Молярная масса кислорода 0,032 кг/моль.

212. Тонкостенный химический стакан вместимостью 300 см^3 и массой 100 г погружают в воду, держа его вверх дном. На какой минимальной глубине он перестанет всплывать и начнет погружаться? Атмосферное давление составляет 101 кПа.

213. Во сколько раз число атомов в 12 кг углерода превышает число атомов в 16 кг кислорода?

214. Вычислить средний квадрат скорости (м^2/с^2) движения молекул идеального газа, если его масса 6 кг, объем 2 м^3 идавление 200000 Па.

215. В баллоне находился идеальный газ при давлении 40 МПа и температуре 300 К. Затем 3/5 содержащегося в баллоне газа выпустили. Тогда температура понизилась до 240 К. При каком давлении (МПа) находится оставшийся в баллоне газ?

216. На сколько килопаскалей понизилось давление кислорода в баллоне емкостью 100 л, если из него

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

откачали 1 кг газа?

217. При какой температуре находился газ в закрытом сосуде, если при нагревании его на 140 К давление возросло в 1,5 раза?

218. Спутник сечением 1 $м^2$ движется с первой космической скоростью 7,9 км/с по околоземной орбите. Давление воздуха на высоте орбиты (200 км) равно $1{,}37 \times 10^{-4}$ Па, температура 1226 К. Определить число столкновений спутника с молекулами воздуха за одну секунду. Ответ дать в 10^{20} штук, $k=1{,}38 \times 10^{-23}$ Дж/К.

219. Рассчитайте, во сколько раз увеличится объем идеального газа при его изобарном нагревании на 273°С от 0°С.

220. Каково давление азота, если средняя квадратичная скорость его молекул 300 м/с, а его плотность 1 $кг/м^3$? Молярная масса азота 0,028 кг/моль.

221. В камеру футбольного мяча объемом 2,5 л накачивают воздух насосом, забирающим при каждом качании 0,15 л атмосферного воздуха при нормальном (101кПа) давлении. Каково будет давление (кПа) в камере мяча после 50 качаний, если в начале она была пустой?

222. Давление в сосуде с газом медленно повысили от 315 кПа до 516кПа. Температура газа осталась неизменной и равной 303 К. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия молекул?

223. Вычислить расстояние между ближайшими ионами натрия и хлора в кристалле поваренной соли. Плотность соли 2170 $кг/м^3$. Масса атома натрия $3{,}84 \times 10^{-26}$ кг, атома хлора $5{,}93 \times 10^{-26}$ кг. Ответ дать в ангстремах, $1А = 10^{-10}$ м.

224. В вертикально направленном цилиндре под поршнем находится газ. Масса поршня 3 кг, площадь 20 $см^2$. На поршень нажали с силой 490 Н, и он опустился до высоты 13 см, считая от дна цилиндра. Каков был первоначальный объем газа (л)? Атмосферное давление равно 101 кПа.

225. Найти среднюю энергию поступательного движения молекул водорода при температуре 423 К. Ответ дать в 10^{20}Дж.

226. Плотность кислорода, находящегося в закрытомбаллоне,равна 16 $кг/м^3$. Найти давление газа (МПа), если его температура равна 27°С? Молярная масса кислорода равна 0,032 кг/моль.

227. Найти в ангстремах среднее расстояние между молекулами насыщенного водяного пара при 100°С ($1А = 10^{-10}$ м). Давление равно атмосферному 101 кПа.

228. Во сколько раз увеличится давление в закрытом сосуде, если все молекулы газа заменить на вдвое более тяжелые, а температуру оставить прежней?

229. Внутри закрытого с обоих концов горизонтально расположенного цилиндра имеется поршень, который скользит в цилиндре без трения. С одной стороны поршня находится 3 г водорода, а с другой – 17 г азота. Найти отношение объема водорода к объему цилиндра. Молярные массы водорода – 2 г/моль, азота 28 г/моль.

230. Баллон вместимостью 2 л заполнен газом при давлении 0,55 МПа. Другой баллон вместимостью 5 л заполнен газом при давлении 0,2 МПа. Баллоны соединены трубкой с краном. Какое давление (МПа) установится в баллонах, если открыть кран? Процесс изотермический.

231. Один моль одноатомного газа нагревается на 200 К при постоянном объеме. Найти количество теплоты, сообщенной газу. Молярная теплоемкость одноатомного газа $C_v = 3R/2$.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

232. Сосуд с водой внесли в теплую комнату. За 15 минут температура воды повысилась на 4^0С. Через сколько минут в этой же комнате растаял бы лед (0^0С) той же массы, что и вода? Скорость теплообмена считать постоянной. Теплоемкость воды 4,18 кДж/кг·К. Теплота плавления льда 351 кДж/кг.

233. С помощью механического молота, вес которого 58,8 кН, обрабатывается железная поковка, массой 205 кг. За 35 ударов поковка нагрелась от 283 К до 291 К. Чему равна скорость молота в момент удара? Считать, что на нагревание поковки затрачивается 70 % энергии молота. Теплоемкость железа 460 Дж/кг К.

234. Определите изменение энтропии ΔS при превращении 15 г льда при -13°С в пар при 100°С. Удельная теплоемкость льда $c_л$=2,1·10^3 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда λ=3,35·10^3 Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c_в$=4,19·10^3 Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды γ=2,26·10^6 Дж/кг.

235. Воду при 80°С, находящуюся в стеклянном сосуде массой 1,2 кг, требуется охладить до 5°С, опуская в нее кусочки льда при 0°С. Определить массу необходимого для этого льда, если объем воды равен 3 л. Теплоемкость воды 4,18кДж/кг·К, стекла 0,88кДж/кг·К. Теплота плавления льда335 кДж/кг.

236. В стеклянную колбу массой 50 г, где находилось185 гводыпри20°С, вылилинекотороеколичествортутипри 100°С, и температура воды в колбе повысилась до 22°С. Определить массу ртути в граммах. Теплоемкость воды 4,18 кДж/кг·К, ртути 125 Дж/кг·К, стекла840 Дж/кг·К.

237. Найти изменение внутренней энергии газа, если при сообщении ему количества теплоты 6000 Дж он совершил при расширении работу 4000 Дж.

238. Вода поступает в радиатор водяного отопления при 341 К, а выходит при 313 К. До какой температуры (°С) нагрелся воздух в комнате размером 6х5х3 $м^3$, если начальная температура воздуха 279 К, а через радиатор пройдет 40 л воды? Потери тепла через окна, стены и пол составляют 5 0%. Теплоемкостьводы4,18 кДж/кг·К,воздуха1 кДж/кг·К,его плотность1,29 кг/$м^3$.

239. Трамвайный вагон массой 12,5 т, имеющий скорость 28,8 км/ч, тормозит и останавливается. На сколько градусов нагреваются его 8 чугунных тормозных колодок, если масса каждой колодки 9 кг и на их нагревание затрачивается 60 % кинетической энергии вагона? Теплоемкость чугуна принять равной 550 Дж/кг К.

240. Длина железнодорожного рельса при 0°С равна 12 м. На сколько миллиметров увеличится длина рельса при повышении температуры на 30°С? Коэффициент линейного расширения стали 1,2х10^{-5} $К^{-1}$.

241. Водород, находящийся под поршнем, изобарически нагревается, получая 17,2 кДж теплоты. Определить совершенную газом работу (кДж). Удельная теплоемкость водорода при постоянном давлении 1000 Дж/кг К.

242. Для определения температуры печи нагретый в ней стальной болт массой 0,3 кг бросили в медный сосуд массой 0,2 кг, содержащий 1,27 кг воды при 15°С. Температура воды повысилась до 32° С. Вычислить температуру печи. Теплоемкость воды 4180 Дж/кг·К, меди 380 Дж/кг·К, стали 460Дж/кг·К.

243. Азот массой 100 г был изобарно нагрет так, что его объем увеличился в 2 раза, а затем был хорошо охлажден так, что егодавление уменьшилось в 2 раза. Определите изменение энтропииΔS в ходе указанных процессов.

244. Воздух при давлении 200 кПа и температуре 77°С занимает под поршнем объем 1,5 л. Найти

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

поглощенное воздухом количество теплоты в процессе изобарного нагревания воздуха на 30 К. Удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении 1000 Дж/кг·К.

245. На нагревание куска медного провода затрачено 13,53 кДж теплоты. Провод при этом удлинился на 34 мм. Определить площадь поперечного сечения провода (мм^2). Теплоемкость меди 380 Дж/кг·К, ее плотность 8900кг/м^3, коэффициент линейного расширения 1,7х10^{-5} К$^{-1}$.

246. Тело с независящей от температуры теплоемкостью 20 кДж/К охлаждается от 100 ^{0}С до 20 ^{0}С. Определить количество теплоты (кДж), отданное телом.

247. В цилиндр заключено 1,6 кг кислорода при температуре 17°С. До какой температуры нужно изобарно нагреть кислород, чтобы работа расширения быларавна 4х10^{4}Дж? Молярная масса кислорода 0,032 кг/моль.

248. Пластинку массой 0,3 кг, нагретую до 85°С, опускают в алюминиевый калориметр массой 42 г, содержащий 0,25 кг воды при температуре 22°С. Температура, установившаяся в калориметре, равна 28°С. Определить удельную теплоемкость вещества пластинки. Теплоемкость воды 4180 Дж/кг·К, алюминия 880 Дж/кг·К.

249. Стальная ферма железнодорожного моста имеет при температуре 10^{0}С длину 75 м. Определить перемещение тележки (мм), на которой покоится ферма, при изменении температуры от 35°С до 40°С. Коэффициент теплового расширения стали 1,2х10^{-5} К$^{-1}$.

250. Стеклянный сосуд при 0°С заполнен доверху ртутью. В него вошло 600 см^3 ртути. До какой температуры (°С) был нагрет сосуд с ртутью, если из него вытекло 13,8 см^3 ртути. Коэффициент объемного расширения ртути 1,8х10^{-4} К$^{-1}$, линейного расширения стекла 9х10^{-6} К$^{-1}$, сосуд имеет форму куба.

251. Идеальный одноатомный газ нагревается от температуры 250 К до 500 К. В ходе нагревания газ получает 14,33 кДж теплоты и совершает работу 4,56 кДж. Сколько молей газа участвует в процессе?

252. Газ, находящийся в закрытом баллоне при температуре 315 К и давлении 327 кПа, нагревают до температуры 557 К. Какую работу совершает газ?

253. Воздух при 0°С и давлении 184 кПа занимает объем 0,2 м^3. Какова работа (кДж), совершенная в процессе изобарического расширения воздуха при нагревании его на 30 К?

254. Температура одного моля идеального газа повышается на 50 К при изобарическом процессе. Какую работу при этом совершает газ?

255. Температура в комнате объемом 64 м^3 поднялась от 10°С до 20°С. На сколько джоулей при этом увеличилась внутренняя энергия воздуха, содержащегося в комнате? Атмосферное давление при этом оставалось постоянным.

256. В электрический чайник налили холодную воду при температуре 10°С. Через 10 минут после включения чайника вода закипела. Через сколько минут после закипания она полностью испарится? Потерями теплоты пренебречь. Теплоемкость воды4,18 кДж/кг·К, теплота испарения воды 2260 кДж/кг.

257. Некоторое количество газа перешло из состояния с внутренней энергией 600 кДж в состояние с внутренней энергией 200 кДж и совершило при этом работу 300 кДж. Сколько килоджоулей теплоты получил газ в процессе перехода.

258. Мощность главной силовой установки морского парохода 1600 кВт. Ее КПД равен 35 %. Определить расход горючего (в тоннах) в течение недели. Теплота сгорания дизельного топлива равна

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

42 МДж/кг.

259. Свинцовая пуля, летящая со скоростью 430 м/с, попадает в стену и застревает в ней. Какая часть пули (в процентах) расплавится, если на нагревание пули идет 50 % ее кинетической энергии? Начальная температура пули 50°С, температура плавления 327°С. Теплоемкость свинца 120 Дж/кг·К, теплота плавления 25 кДж/кг.

260. При увеличении объема газа с 0,01 м^3 до 0,02 м^3 давление в нем осталось неизменным и равным 10^3 Па. Какую работу при этом совершил газ?

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание 3. Электричество 1

301. Расстояние между разноименными точечнымизарядами3 нКл и -4 нКл равно 5 см. Рассчитайте напряженность и потенциал поля в точке, отстоящей на 3 см от первого и на 4 см от второго заряда (в вакууме).

302. Два разноименных заряда по 1 мкКл каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной 10 см в вакууме. Рассчитайте напряженность поля и потенциал в третьей вершине.

303. В вершинах равностороннего треугольника со стороной 10 см находятся положительные заряды по 1 нКл каждый (в вакууме). Определите напряженность и потенциал поля в третьей вершине треугольника.

304. Расстояние между положительными точечными зарядами 3 мкКл и 4 мкКл равно 5 см. Найти напряженность и потенциал электростатического поля в точке, расположенной на расстоянии 3 см от первого и 4 см от второго заряда в воде.

305. Разноименные заряды по 1 нКл расположены в двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 10 см в парафине. Найдите напряженность и потенциал поля в третьей вершине треугольника.

306. Точечные заряды по 200 нКл каждый расположены в керосине на расстоянии 7 см друг от друга. Рассчитайте напряженность и потенциал поля в точке, отстоящей на 2 см от первого и на 5 см от второго зарядов.

307. Расстояние между отрицательными зарядами -9нКл и -16 нКл равно 5 см. Найти напряженность и потенциал поля в точке, отстоящей на 3 см от первого и на 4 см от второго заряда в воде.

308. Два отрицательных заряда по 1 мкКл каждый находятся в парафине на расстоянии 10 см друг от друга. Определите напряженность и потенциал поля в точке, расположенной на расстоянии 5 см от одного и 7 см от другого зарядов.

309. Точечные положительные заряды 9 нКл и 16 нКл расположены на расстоянии 5 см в вакууме. Рассчитайте напряженность и потенциал поля в точке, находящейся на расстоянии 3 см от первого и 4 см от второго зарядов.

310. Электрическое поле создано точечными зарядами 40 нКл и -10 нКл, находящимися на расстоянии 10 см друг от друга в воде. Определите напряженность и потенциал поля в точке, удаленной на 12 см от первого и на 6 см от второго заряда.

311. Электрон, обладающий кинетической энергией 5 эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении линий напряженности. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов 2 В?

312.Пылинка массой 10^{-5} г, несущаяна себе заряд 10^{-8} Кл, влетела в электрическое поле в направлении линий напряженности. После прохождения разности потенциалов 150 В пылинка приобрела скорость 20 м/с. С какой скоростью она влетела в поле?

313. Протон, начальная скорость которого 100 км/с, влетел в однородное электрическое поле напряженностью 300 В/см так, что вектор скорости совпал с направлением линий напряженности. Какое расстояние должен пройти протон вдоль линий напряженности, чтобы его скорость удвоилась?

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

314. Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов 82 В, приобрела скорость $5{,}4 \cdot 10^6$ м/с. Определите удельный заряд частицы (отношение заряда к массе).

315. Ион атома водорода H^+ прошел разность потенциалов 100 В, а ион атома калия K^+ – разность потенциалов 200 В. Найти отношение скоростей этих ионов.

316. Найти отношение скоростей ионов Ca^{++} и Na^+ прошедших одинаковую разность потенциалов.

317. Пылинка массой 1 нг, несущая на себе пять электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов 3 МВ. Какую скорость приобрела пылинка? Какова ее кинетическая энергия в электрон-вольтах?

318. Какая ускоряющая разность потенциалов требуется для того, чтобы разогнать до скорости 30 Мм/с: 1) электрон; 2) протон?

319. Электрон летит от одной пластины плоского конденсатора до другой. Разность потенциалов между пластинами 3 кВ. С какой скоростью электрон приходит ко второй пластине?

320. Частица с зарядом 3 нКл влетает в однородное электрическое поле со скоростью 2 м/с и проходит вдоль линий напряженности разность потенциалов 2 кВ. При этом ее скорость удваивается. Рассчитайте массу этой частицы.

321. Конденсатор емкостью 0,2 мкФ был заряжен до напряжения 320 В. После того как его соединили параллельно со вторым конденсатором, заряженным до напряжения 450 В, напряжение на нем изменилось до 400 В. Вычислите емкость второго конденсатора и энергию системы конденсаторов после их соединения.

322. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора емкостью 100 пФ каждый соединены последовательно. На сколько изменится емкость этой системы, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить парафином?

323. Конденсатор емкостью 6 мкФ и напряжением на пластинах 400 В соединили параллельно с незаряженным конденсатором емкостью 10 мкФ. Рассчитайте напряжение, установившееся на пластинах, и заряды на пластинах каждого конденсатора. Определите энергию, израсходованную на образование искры, проскочившей при соединении конденсаторов.

324. К батарее с ЭДС 300 В подключены последовательно два плоских воздушных конденсатора емкостями 2 пФ и 3 пФ. Рассчитайте заряд и напряжение на пластинах каждого конденсатора. Какова энергия этой системы?

325. К воздушному конденсатору, заряженному до напряжения 600 В и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с другим диэлектриком. Определите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика, если после присоединения второго конденсатора напряжение на пластинах уменьшилось до 100 В.

326. Конденсатор емкостью 0,6 мкФ, заряженный до напряжения 300 В, соединен параллельно со вторым конденсатором емкостью 0,4 мкФ, заряженным до напряжения 150 В. Рассчитайте напряжение, установившееся на обкладках конденсаторов после их соединения, и энергию системы.

327. Как изменится энергия поля плоского воздушного конденсатора при увеличении зазора между пластинами вдвое, если конденсатор: 1) после зарядки отключен от источника; 2) остается подключенным к источнику.

328. Емкость плоского конденсатора 1,11 пФ, диэлектрик – фарфор. Конденсатор зарядили до

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

напряжения 300 В и отключили от источника напряжения. На сколько изменится энергия конденсатора, если из него удалить диэлектрик?

329. Площадь пластины плоского воздушного конденсатора 625 см^2, расстояние между ними 0,5 мм, напряжение 10 В. Конденсатор отключен от источника напряжения. На сколько изменится энергия конденсатора после раздвижения пластин до расстояния 5 мм между ними?

330. Четыре одинаковых воздушных конденсатора по 100 пФ каждый соединены в батарею, как показано на рисунке 1. Как изменится емкость батареи конденсаторов, если пространство между обкладками заполнить парафином?

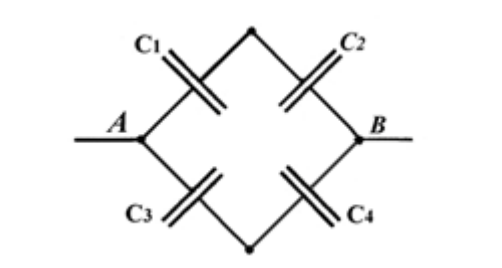


Рис. 1

331. В сеть с напряжением 24 В подключили последовательно два резистора. При этом сила тока в цепи стала равной 0,6 А. Когда эти резисторы подключили параллельно, сила тока в цепи стала равной 3,2 А. Определите сопротивления резисторов.

332. В сеть с напряжением 100 В включили катушку сопротивлением 2 кОм и вольтметр, соединенныепоследовательно.Показание вольтметра 80 В. Когда катушку заменили другой, вольтметр показал 60 В. Определите сопротивления вольтметра и второй катушки.

333. Электрическая лампа сопротивлением 430 Ом включена в сеть напряжением 220 В. Длина подводящих нихромовых проводов 200 м, сечение 20 мм^2. Рассчитайте падение напряжения на лампе и проводах.

334. Электродвигатель, рассчитанный на напряжение 120 В и ток 20А, нужно установить на расстоянии 150 м от источника напряжением 127 В. Рассчитайте необходимое сечение алюминиевых проводов линии.

335. Напряжение на зажимах генератора 230 В. От генератора к электродвигателю по медным проводам сечением 10 мм^2 на расстояние 350 м течет ток 15 А. Под каким напряжением работает двигатель?

336. Какого сопротивления гасящий резистор нужно включить последовательно с электролампой, рассчитанной на напряжение 110 В, если напряжение в сети 127 В? Сопротивление лампы 100 Ом.

337. Общее сопротивление двух проводников при последовательном соединении 50 Ом, а при параллельном 12 Ом. Определите сопротивление каждого проводника.

338. Во сколько раз уменьшится общее сопротивление пяти одинаковых проводников, если их последовательное соединение заменить параллельным?

339. 100 электрических ламп сопротивлением 400 Ом каждая включены параллельно в сеть. Напряжение в сети 220 В, длина проводящих медных проводов 400 м, сечение 17 мм^2. Рассчитайте силу тока в цепи и падение напряжения на проводах.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

340. Имеются три проводника сопротивлением 3 Ом каждый. Начертите схемы четырех возможных соединений этих проводников и вычислите общее сопротивление каждого соединения.

341. Источник тока с внутренним сопротивлением 0,2 Ом и ЭДС 2 В замкнут стальной проволокой для получения в цепи силы тока 5А. Каков КПД этой цепи?

342. При нагрузке 10 Ом сила тока в цепи равна 8 А, а при нагрузке 5 Ом – 10 А. Определите ЭДС источника тока. Рассчитайте полную мощность цепи в первом случае. Чему равен КПД цепи во втором случае?

343. При поочередном подключении к источнику тока с ЭДС 500 В резисторов с сопротивлениями 225 Ом и 400 Ом в них выделяется одинаковая мощность. Определите внутреннее сопротивление источника тока. Рассчитайте КПД цепи в первом случае.

344. Два резистора подключены последовательно к источнику тока. Напряжение на первом резисторе равно 40 В, сопротивление второго резистора 10 Ом. Полезная мощность в этом случае 120 Вт. Определите ЭДС источника тока (внутренним сопротивлением пренебречь).

345. К генератору с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 4 Ом подключили два параллельно соединенных между собой резистора с сопротивлениями 20 Ом и 30 Ом. Рассчитайте полную мощность и КПД цепи.

346. ЭДС источника тока равна 12 В. При полном сопротивлении цепи 10 Ом ее КПД равен 40 %. Какая мощность выделяется во внешней цепи?

347. ЭДС источника тока равна 80 В, его внутреннее сопротивление 5 Ом. На внешнем участке цепи выделяется мощность 140 Вт. Определить силу тока в цепи, напряжение на внешнем участке цепи и его сопротивление.

348. При одном положении ручки реостата сила тока в цепи равна 2 А, а напряжение на внешнем участке цепи равно 10 В. При другом положении – соответственно 1 А и 15 В. Вычислить внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока. Рассчитайте КПД цепи в первом случае и ее полную мощность во втором.

349. При сопротивлении внешнего участка цепи 8 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А, а при уменьшении сопротивления до 3 Ом она увеличивается до 1 А. Рассчитайте силу тока короткого замыкания источника, полную мощность в первом случае и КПД цепи во втором.

350. К источнику тока подключили резистор с сопротивлением 5 Ом. Напряжение на резисторе оказалось равным 10 В. При замене резистора на 15 Ом напряжение стало равным 15 В. Определите внутреннее сопротивление источника тока и его ЭДС. В каком случае КПД цепи выше? На сколько процентов?

351. Определите количество теплоты, выделившейся в проводнике сопротивлением 10 Ом за 10 с протекания тока, если за это время напряжение на его концах равномерно убывает от 100 В до нуля.

352. За какое время в проводнике сопротивлением 1 Ом выделится 81 кДж теплоты, если сила тока в нем нарастает по закону $i = Bt$, где $B = 3$ А/с.

353. Напряжение на концах проводника изменяется по закону $U = U_0+ct$, где $U_0 = 2$В, $c = 3$ В/с. При этом в проводнике за первые 10 с выделилось 3,31 кДж теплоты. Определите сопротивление этого проводника.

354. Сила тока в проводнике нарастает по закону $i=At$, где $A=2$ А/с. Определите сопротивление этого

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

проводника, если известно, что за первые 10 с в нем выделяется 4 кДж теплоты.

355. За какое время в проводнике сопротивлением 48 Ом выделится 6 кДж теплоты, если напряжение на его концах изменяется по закону $U=ct$, где c=2 В/с.

356. Какое количество теплоты выделится в проводнике сопротивлением 10 Ом, если сила тока в нем равномерно убывает от 10 А до нуля за первые 10 с.

357. В проводнике выделилось 64,5 кДж теплоты за первые 10 с при равномерном нарастании силы тока от 1 А до 2 А. Определите сопротивление этого проводника.

358. На концах проводника сопротивлением 12 Ом в течение 5 с напряжение изменялось по закону $U = A+Dt$, где A=24 В, D=19,2 В/с. Определите количество теплоты, выделившейся в проводнике за это время.

359. Определите сопротивление проводника, если при прохождении тока, убывающего по закону $i = B - ct$, где B=1А, с = 0,1 А/с, выделилось 3 кДж теплоты за первые 5 с.

360. Напряжение на концах проводника убывает по закону $U = A - Dt$, где $A = 10$ B, D = 0,3 В/с. При этом за 10 с в нем выделилось 7,3 кДж теплоты. Рассчитайте сопротивление проводника.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание 4. Электричество 2

401. По двум длинным параллельным проводам, расстояние между которыми 5 см, текут одинаковые токи 10 А в одном направлении. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке, удаленной от каждого провода на расстояние 5 см.

402. По двум длинным параллельным проводам, расстояние между которыми 5 см, текут одинаковые токи 10 А в противоположных направлениях. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке, удаленной от каждого провода на расстояние 5 см.

403. Два бесконечно длинных прямых проводника скрещены под прямым углом. По проводникам текут токи силой 100 А и 50 А. Расстояние между проводниками 20 см. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке, лежащей на середине общего перпендикуляра к проводникам.

404. По проводнику, согнутому в виде квадрата со стороной 8 см, течет ток силой 10 А. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке пересечения диагоналей квадрата.

405. По проводнику, согнутому в виде квадрата со стороной 12 см, течет ток силой 24 А. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке пересечения диагоналей квадрата.

406. По двум длинным параллельным проводам, расстояние между которыми 5 см, текут одинаковые токи 10 А в одном направлении. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке, удаленной от первого провода на расстояние 4 см, от второго – на 3 см.

407. По двум длинным параллельным проводам, расстояние между которыми 10 см, текут одинаковые токи 12 А в противоположных направлениях. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке, удаленной от первого провода на расстояние 8 см, от второго – на 6 см.

408. По двум длинным параллельным проводам текут в одинаковом направлении токи 10 А и 15 А. Расстояние между проводами 13 см. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в точке, удаленной от первого провода на 12 см и от второго – на 5 см.

409. Два круговых витка расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях так, что центры этих витков совпадают. Радиус каждого витка 2 см, токи в витках равны 5 А. Найти индукцию и напряженность магнитного поля в центре этих витков.

410. Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии 10 см друг от друга. По проводникам текут токи $I_1 = I_2 = 5$ А в противоположных направлениях. Найти индукцию и напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от каждого провода.

411. Плоский квадратный контур со стороной 8 см, по которому течет ток силой 100 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл. Определить работу, совершаемую внешними силами при повороте контура относительно оси, проходящей через середину его противоположных сторон, на угол 90°. При повороте контура сила тока в нем поддерживается неизменной.

412. Виток радиусом 20 см, по которому течет ток силой 50 А, свободно установился в однородном магнитном поле напряженностью 10^3 А/м. Виток повернули относительно диаметра на угол 30°. Определить совершенную работу.

413. Прямой провод длиной 40 см, по которому течет ток силой 100 А, движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл. Какую работу совершат силы, действующие на провод со стороны

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

поля, переместив его на расстояние 40 см, если направление перемещения перпендикулярно линиям индукции и проводу?

414. Напряженность магнитного поля в центре круглого (кругового) витка равна 500 А/м. Магнитный момент витка 6 А м^2. Вычислить силу тока в витке и его радиус.

415. Короткая катушка площадью поперечного сечения 260 см^2, содержащая 500 витков провода, по которому течет ток силой 5 А, помещена в однородное магнитное поле напряженностью 1000 А/м. Найти: 1) магнитный момент катушки; 2) вращающий момент, действующий на катушку, если ее ось составляет угол 30° с линиями поля.

416. В однородном магнитном поле напряженностью 79,6 кА/м помещена квадратная рамка, плоскость которой составляет с направлением магнитного поля угол 30°. Сторона рамки 4 см. Найти магнитный поток, пронизывающий рамку.

417. По витку радиусом 10 см течет ток 50 А. Виток помещен в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл. Определить вращающий (механический) момент, действующий на виток, если плоскость витка составляет угол 60° с линиями индукции.

418. Круговой контур помещен в однородное магнитное поле так, что плоскость контура перпендикулярна к направлению магнитного поля, напряженность которого 150 кА/м. По контуру течет ток 2 А, радиус контура 2 см. Какую работу надо совершить, чтобы повернуть контур на угол 90° вокруг оси, совпадающей с диаметром контура?

419. Плоский контур с током 10 А свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Площадь контура 100 см^2. Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол 60°. Определить совершенную при этом работу.

420. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока 50 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 0,025 Тл. Диаметр витка 20 см. Какую работу нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол 30°?

421. Электрон движется в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции. Определить силу, действующую на электрон со стороны поля, если индукция поля 0,2 Тл, а радиус кривизны траектории 0,2 см.

422. Электрон движется в магнитном поле с индукцией 4 мТл по окружности радиусом 0,8 см. Какова кинетическая энергия электрона?

423. На фотографии, полученной в камере Вильсона, траектория электрона в однородном магнитном поле представляет собой дугу окружности радиусом 10 см. Индукция магнитного поля 10 мТл. Найти энергию электрона.

424. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью 10^6 м/с. Индукция магнитного поля 0,3 Тл. Радиус окружности 4 см. Найти заряд частицы, если ее энергия 12 кэВ.

425. Вычислить радиус дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией 15 мТл, если скорость протона 2 Мм/с.

426. Протон влетел в магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и описал дугу радиусом 10 см. Определить скорость протона, если индукция магнитного поля 1 Тл.

427. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл под углом 30° к направлению линий индукции. Определить силу Лоренца, если скорость

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

частицы 10^5 м/с.

428. Заряженная частица с кинетической энергией 2 кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом 4 мм. Определить силу Лоренца, действующую на частицу со стороны поля.

429. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с напряженностью $5 \cdot 10^3$ А/м. Определить частоту обращения электрона.

430. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью 4 кА/м со скоростью 10 Мм/с, направленной перпендикулярно к линиям напряженности. Найти силу, с которой поле действует на электрон, и радиус окружности, по которой он движется.

431. Плоский контур площадью 20 см^2 находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,03 Тл. Определить магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол 60° с направлением линий индукции.

432. Магнитный поток через сечение соленоида равен 50 мкВб. Длина соленоида 50 см. Найти магнитный момент соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу.

433. Магнитный поток сквозь соленоид (без сердечника) 5 мкВб. Найти магнитный момент соленоида, если его длина 25 см.

434. На картонный каркас длиной 0,6 м и диаметром 2 см намотан в один слой провод диаметром 0,4 мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. Вычислить индуктивность получившегося соленоида.

435. Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна 0,2 мГн. Длина соленоида 0,5 м, диаметр 1 см. Определить число витков, приходящихся на единицу длины соленоида.

436. Соленоид содержит 800 витков. При силе тока 6 А магнитный поток 30 мкВб. Определить индуктивность соленоида.

437. Соленоид сечением 6 см^2 содержит 1500 витков. Индукция магнитного поля внутри соленоида при токе 4 А равна 0,08 Тл. Определить индуктивность соленоида.

438. На длинный картонный каркас диаметром 5 см уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром 0,2 мм. Определить магнитный поток, создаваемый таким соленоидом при силе тока 0,5 А.

439. Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна 0,5 мГн. Длина соленоида 0,6 м, диаметр 2 см. Определить число витков соленоида.

440. Соленоид содержит 600 витков. При силе тока 10 А магнитный поток 80 мкВб. Определить индуктивность соленоида.

441. Силу тока в катушке равномерно увеличивают при помощи реостата на 0,6 А в секунду. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции, если индуктивность катушки 5 мГн.

442. Соленоид содержит 800 витков. Сечение сердечника (из немагнитного материала) 10 см^2. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией 8 мТл. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, которая возникнет на зажимах соленоида, если ток уменьшается практически до нуля за время 0,8 мс.

443. По катушке индуктивностью 8 мкГн течет ток силой 6 А. При выключении тока его сила

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

изменяется практически до нуля за время 5 мс. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре.

444. Рамка площадью 200 см^2 равномерно вращается с частотой 10 об/с относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Определить значение ЭДС индукции в момент времени 0,05 с. Индукция магнитного поля 0,2 Тл.

445. Круговой проволочный виток площадью 0,01 м^2 находится в однородном магнитном поле, индукция которого 1 Тл. Плоскость витка перпендикулярна к направлению поля. Найти среднюю ЭДС индукции, возникающую в витке при выключении поля в течение 10 мс.

446. В однородном магнитном поле, индукция которого 0,1 Тл, равномерно вращается катушка, состоящая из 100 витков проволоки. Частота вращения катушки 5 с$^{-1}$, площадь ее поперечного сечения 100 см^2. Ось вращения перпендикулярна к оси катушки и направлению магнитного поля. Найти максимальную индукцию во вращающейся катушке.

447. Рамка, содержащая 1500 витков площадью 50 см^2, равномерно вращается в магнитном поленапряженностью 10^5 А/м, делая 960 об/мин. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряженности. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.

448. Через катушку, индуктивность которой 21 мГн, течет ток, изменяющийсяпозакону$I = I_0 \sin \omega t$,гдеI_0 = 5А,$\omega = 2\pi/T$,период T= 0,02 с. Найти значение ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке через четверть периода.

449. Квадратная рамка площадью 25 см^2 помещена в магнитное поле, индукция которого меняется по закону $B = B_0 \sin \omega t$, где B_0 = 0,01 Тл, $\omega = 2\pi/T$, T = 0,02 с. Плоскость рамки перпендикулярна к направлению магнитного поля. ОпределитьЭДСиндукции,возникающей в рамке в момент t = T/2.

450. В однородном магнитном поле, индукция которого 0,1 Тл, вращается катушка, состоящая из 200 витков. Ось вращения катушки перпендикулярна к ее оси и к направлению магнитного поля. Период обращения катушки 0,2 с, площадь поперечного сечения 4 см^2. Найти максимальную ЭДС индукции во вращающейся катушке.

451. Обмотка соленоида содержит 20 витков на каждый сантиметр длины. При какой силе тока объемная плотность энергии магнитного поля будет равна 0,1 Дж/м^3?

452. Соленоид содержит 800 витков. При силе тока 1 А магнитный поток равен 0,1 мВб. Определить энергию магнитного поля соленоида.

453. Магнитный поток соленоида сечением 10 см^2 равен 10 мкВб. Определить объемную плотность энергии магнитного поля соленоида.

454. Соленоид имеет длину 1 м и сечение 20 см^2. При некоторой силе тока, протекающего по обмотке, в соленоиде создается магнитный поток 80 мкВб. Чему равна энергия магнитного поля соленоида?

455. Магнитный поток в соленоиде, содержащем 1000 витков, равен 0,4 мВб. Определить энергию магнитного поля соленоида, если сила тока, протекающего по его виткам, равна 1 А.

456. Обмотка тороида имеет 10 витков на каждый сантиметр длины (по средней линии тороида). Вычислить объемную плотность энергии магнитного поля при силе тока I = 10 А.

457. Диаметр тороида (по средней линии) равен 50 см. Тороид содержит 2000 витков и имеет площадь сечения 20 см. Вычислить энергию магнитного поля тороида при силе тока 5 А. Считать магнитное

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

поле тороида однородным.

458. Магнитный поток в соленоиде, содержащем 1000 витков, равен 0,2 мВб. Определить энергию магнитного поля соленоида, если сила тока, протекающего по его виткам, равна 1 А.

459. Цепь переменного тока состоит из последовательно включенных катушки индуктивностью L, конденсатора емкостью C и резистора сопротивлением R. Определите амплитудное значение U_{LCm} суммарного напряжения на катушке и конденсаторе, если амплитудное значение напряжения на резисторе U_R= 100В, а сдвиг фазφмежду током и внешним напряжением составляет 30°.

460. Соленоид длиной 50 см и площадью поперечного сечения 2 см^2 имеет индуктивность 0,2 мкГн. При каком токе объемная плотность энергии будет равна 0,1 Дж/м^3?

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Индивидуальное задание 5. Оптика, квантовая, атомная физика

501. Светильник в виде равномерно освещенного шара в 500 кд имеет диаметр 50 см. Определите: 1) полный световой поток Ф, излучаемый светильником; 2) его светимость R; 3) освещенность E_1, светимость R_1 и яркость B_1 экрана, на который падает 20 % светового потока, излучаемого светильником. Площадь экрана составляет 05 м^2, а коэффициент отражения света его поверхностью ρ = 0,7.

502. Определите высоту, на которую следует над чертежной доской повесить лампочку мощностью P = 100Вт, чтобы освещенность E доски под лампочкой была равна 50 лк. Наклон доски $\alpha = 30°$, световая отдача L лампочки равна 10 лм/Вт. Лампочку считать точечным источником, принимая полный световой поток $\Phi = 4\pi I$(I – сила света лампочки).

503. Определите координату пятой светлой интерференционной полосы (считая центральную светлую полосу за нулевую) в опыте Юнга при расстоянии между щелями 0,45 мм, расстоянии от щелей до экрана 3,6 м и длине световой волны 486 нм.

504. На тонкую пленку нормально падает монохроматический свет с длиной волны 525 нм. Определить минимальную толщину пленки, при которой отраженный от нее свет максимально усилен вследствие интерференции. Показатель преломления материала пленки 1,43.

505. На стеклянную пластинку (показатель преломления 1,5) нанесен тонкий слой прозрачного вещества с показателем преломления 1,27. На пластинку нормально падают световые лучи с длиной волны 620 нм. Какую наименьшую толщину должен иметь слой вещества, чтобы отраженные лучи имели наименьшую яркость?

506. На мыльную пленку толщиной 400 нм падает белый свет под углом 45° к поверхности пленки. Определите длину световой волны (в видимой области спектра, т. е. от 390 до 780 нм), для которой при данных условиях будет наблюдаться максимум в отраженном свете. Показатель преломления мыльной воды 1,33.

507. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой помешена жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус второго темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны 0,628 мкм равен 0,77 мм. Радиус кривизны выпуклой поверхности линзы 0,64 м.

508. На стеклянную пластинку положена выпуклой стороной вниз плосковыпуклая линза. Сверху линза освещена монохроматическим светом с длиной волны 480 нм. Найти радиус кривизны поверхности линзы, если радиус третьего светлого кольца Ньютона в отраженном свете равен 2,4 мм.

509. Плосковыпуклая линза с фокусным расстоянием 1,1 м лежит выпуклой стороной на стеклянной пластинке. Радиус четвертого темного кольца Ньютона в отраженном свете 1,2 мм. Определить длину световой волны. Показатель преломления стекла линзы считать равным 1,5.

510. Кольца Ньютона наблюдаются в проходящем свете с длиной волны 630 нм. Радиус кривизны линзы 4,8 м. Определите номер светлого кольца, радиус которого равен 3,89 мм.

511. На пластинку с щелью, ширина которой 0,045 мм, нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0,55 мкм. Определите угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

512. На непрозрачную пластинку с щелью нормально падает плоская монохроматическая световая волна (λ=520 нм). Угол отклонения лучей, соответствующий первому дифракционному минимуму, равен 8,2°. Определить ширину щели.

513. Постоянная дифракционной решетки в 3,7 раза больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.

514. Расстояние между штрихами дифракционной решетки 1,8 мкм. На решетку нормально падает свет с длиной волны 486 нм. Максимум какого наибольшего порядка можно наблюдать с помощью этой решетки?

515. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает монохроматическая световая волна. Постоянная решетки в 3,9 раза больше длины волны. Найти общее число максимумов, которые теоретически можно наблюдать в этом случае.

516. Дифракционная решетка освещается белым светом, падающим на ее поверхность нормально. Спектры второго и третьего порядков частично накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре третьего порядка накладывается красная линия (λ=690 нм) в спектре второго порядка?

517. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на миллиметр, нормально падает белый свет. Спектры проецируются помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 0,86 м. Границы видимой части спектра от 780 до 400 нм.

518. Дифракционная решетка освещается нормально падающим на ее поверхность монохроматическим светом, при этом максимум второго порядка наблюдается под углом 18°. Под каким углом наблюдается максимум четвертого порядка?

519. Расстояние между атомными плоскостями в кристалле каменной соли 280 пм. При освещении кристалла параллельным пучком рентгеновских лучей дифракционный максимум первого порядка наблюдается под углом 61° к атомной плоскости. Определить длину волны рентгеновского излучения.

520. Кристалл освещают пучком рентгеновских лучей с длиной волны 0,25 нм. При этом второй дифракционный максимум наблюдают под углом 56° к атомной плоскости кристалла. Чему равно расстояние между атомными плоскостями в этом кристалле?

521. Угол преломления светового луча в некотором веществе равен 32°. Определить показатель преломления этого вещества, если известно, что отраженный луч максимально поляризован.

522. Угол падения луча на поверхность воды равен 53°, при этом отраженный луч максимально поляризован. Определить угол преломления луча. Показатель преломления воды считать неизвестным.

523. Луч света, идущий в стеклянном сосуде с водой, отражается от его дна. При каком угле падения отраженный луч максимально поляризован?

524. Луч света переходит из спирта в стекло так, что луч, отраженный от границы раздела этих сред, максимально поляризован. Определить угол между падающим и преломленным лучами.

525. Естественный свет преобразуется в поляризованный с помощью призмы николя, потери в которой составляют 7,8 %. На сколько процентов интенсивность поляризованного света меньше интенсивности естественного?

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

526. Луч света последовательно проходит через два николя, угол между главными плоскостями которых составляет 36°. Коэффициент потерь света в каждом из николей равен 0,12. Во сколько раз интенсивность света, вышедшего из второго николя, меньше интенсивности естественного света, падающего на первый николь?

527. Свет последовательно проходит через два одинаковых николя, угол между главными плоскостями которых составляет 42°. При этом интенсивность света, вышедшего из второго николя, в 5 раз меньше интенсивности естественного света, падающего на первый николь. Определить коэффициент потерь света в николях.

528. Кварцевую пластинку поместили между двумя скрещенными николями. При какой наименьшей толщине пластинки луч, вышедший из второго николя, будет иметь максимальную интенсивность? Постоянная вращения кварца – 26 град/мм.

529. При прохождении света через трубку длиной 12 см, содержащую пятнадцатипроцентный раствор сахара, плоскость поляризации света повернулась на угол 30°. В другом растворе сахара, налитом в трубку длиной 20 см, плоскость поляризации повернулась на угол 16°. Определите концентрацию второго раствора.

530. Пластинку кварца толщиной 1,2 мм поместили между двумя николями, главные плоскости которых параллельны. При этом плоскость поляризации повернулась на угол, равный 32°. Какой наименьшей толщины пластинку надо поместить между николями, чтобы поле зрения стало максимально темным?

531. Давление монохроматического света с длиной волныλ = 500нм на поверхность с коэффициентом отражения ρ = 0,3, расположенную перпендикулярно падающему свету, равно 0,2 мкПа. Определите число фотонов, падающих ежесекундно на единицу площади этой поверхности.

532. Из смотрового окошка печи излучается поток лучистой энергии 3,2 кДж/мин. Определите температуру в полости печи, если площадь окошка 6,5 см^2. Окошко считать абсолютно черным телом.

533. В результате охлаждения черного тела длина волны, отвечающая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с$\lambda_{1\ max}$ =0,8 мкм до$\lambda_{2\ max}$ =2,4 мкм. Определите, во сколько раз изменилась: 1) энергетическая светимость тела; 2) максимальная спектральная плотность энергетической светимости.

534. Считая Солнце абсолютно черным телом с температурой поверхности 6000 К, найдите энергию, ежесекундно излучаемую Солнцем. Радиус Солнца примите равным $7\cdot10^8$ м.

535. При увеличении абсолютной температуры тела в 1,8 раза длина волны, соответствующая максимуму лучеиспускательной способности, уменьшилась на 380 нм. До какой температуры нагрели тело? Считать это тело абсолютно черным.

536. Температура абсолютно черного тела увеличилась от 250°С до 500°С. На сколько изменилась длина волны, на которую приходится максимум лучеиспускательной способности?

537. Определить температуру и энергетическую светимость абсолютно черного тела, если максимум лучеиспускательной способности приходится на длину волны 580 нм.

538. Металлическая поверхность площадью S=см^2, нагретая до температуры T=2,5 кК, излучает в одну минуту 60кДж. Определите: 1) энергию, излучаемую этой поверхностью, считая ее черной; 2) отношение энергетических светимостей этой поверхности и черного тела при данной температуре.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

539. На идеально отражающую плоскую поверхность нормально падает монохроматический свет с длиной волны λ = 0,55 мкм. Поток излучения Φ_e составляет 0,45 Вт. Определите: 1) силу давления, испытываемую этой поверхностью; 2) число фотонов N, ежесекундно падающих на поверхность.

540. С поверхности тела площадью 2,5 см^2 при температуре 420 К за 4 мин излучается энергия 78 Дж. Какую долю от энергетической светимости абсолютно черного тела составляет энергетическая светимость данного тела?

541. Красная граница фотоэффекта для платины 200 нм. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов в электронвольтах, если платиновая пластина освещается ультрафиолетовым излучением с длиной волны 140 нм.

542. На фотоэлемент с катодом из цезия падает свет с длиной волны 550 нм. Найти значение задерживающей разности потенциалов.

543. Какова должна быть длина волны рентгеновского излучения, падающего на серебряную пластинку, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была 4,2 Мм/с?

544. На металлическую пластинку направлен пучок ультрафиолетовых лучей с длиной волны 0,27 мкм. Фототок становится равным нулю при задерживающей разности потенциалов, равной 1,2 В. Определите работу выхода электронов из металла. Ответ выразите в электронвольтах.

545. На поверхность металла падают монохроматические лучи с длиной волны 0,13 мкм. Красная граница фотоэффекта для этого металла 420 нм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

546. На пластинку из лития падает свет с длиной волны 450 нм. Определите максимальную скорость фотоэлектронов.

547. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля была равна 5 нм?

548. Фотон с длиной волны 17,2 пм рассеялся на свободном электроне. Длина волны рассеянного фотона 18,4 пм. Определить угол рассеяния.

549. Определить длину волны де Бройля электрона, прошедшего ускоряющую разностьпотенциалов равную 5 кВ.

550. В результате эффекта Комптона на свободных электронах фотон с энергией 0,76 МэВ рассеян на угол 120°. Определить энергию рассеянного фотона в мегаэлектронвольтах.

551. Пользуясь таблицей Менделеева, определить число протонов и нейтронов в атомах циркония и молибдена.

552. Во сколько раз больше нейтронов в ядре атома титана по сравнению с ядром атома углерода?

553. В ядре некоторого изотопа содержится 53 протона и 78 нейтронов. Чему равно массовое число?

554.Определить, в каком из перечисленных атомов хлора или фтора больше нейтронов.

555. Пользуясь таблицей Менделеева, определить число протонов и нейтронов в атомах серебра и золота.

556. Определить период полураспада некоторого радиоактивного изотопа, если его активность за 10 суток уменьшилась в 3 раза.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

557. Активность некоторого изотопа за 25 суток уменьшилась на 30 % .Определите период полураспада этого изотопа.

558. Определите число ядер, распадающихся в течение5 секунд в радиоактивном изотопе Co-60, масса которого 2 г.

559. Определите, во сколько раз начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшится за пять лет, если за один год оно уменьшилось в десять раз.

560. Энергия связи ядра, состоящего из одного протона идвух нейтронов, равна 8,47 МэВ. Определите массу нейтрального атома, обладающего этим ядром.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017

Список рекомендованной литературы

1. Детлаф, А. А. Курс физики : учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / А. А. Детлаф, Б.М. Яворский. – Москва : Академия, 2009. – 720 с.

2. Енохович, А. С. Справочник по физике / А. С. Енохович. – Москва : Просвещение, 1990. – 381 с.

3. Ладсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ладсберг. – Москва : Наука. 2010. – 848 с.

4. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособиедля студентов инженерно-технических специальностей / Т. И. Трофимова. – Москва : Академия, 2007. – 558 с.

5. Савельев, И. В. Курс общей физики : в 3 т. / И. В. Савельев. – Санкт-Петербург : Лань, 2008.

6. Физический энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. – Москва : Советская энциклопедия, 1983. – 928 с.

7. Чертов, А. Г. Физические величины / А. Г. Чертов. – Москва : Аквариум, 1997. – 335 с.

© Алтайский государственный педагогический университет, 2017