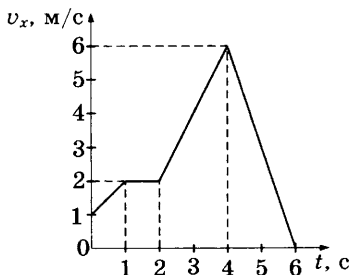


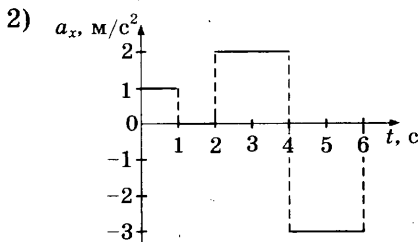
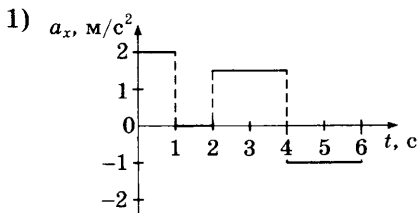
Часть 1

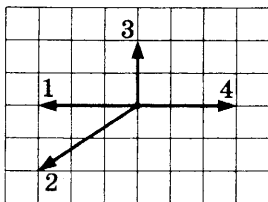
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t .



Проекция ускорения автомобиля a_x в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с представлена верно графиком





Ответ: _____

5. Среднее расстояние между центрами Луны и Земли примерно 60 земных радиусов. Во сколько раз уменьшится сила гравитационного взаимодействия предмета массой 1 кг и Земли, если сначала предмет находится на поверхности Земли, а затем на лунной орбите?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре длиной 5 м. Если её отклонить от положения равновесия, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдет с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее колебаний, если начальное отклонение гири будет изменено с 10 см на 20 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

7. Камень брошен вертикально вверх. Изменяются ли физические величины, перечисленные в первом столбце, во время его движения вверх и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--------------------------|------------------|
| А) скорость | 1) не изменяется |
| Б) ускорение | 2) увеличивается |
| В) кинетическая энергия | 3) уменьшается |
| Г) потенциальная энергия | |

Ответ:

А	Б	В	Г

8. Конвекцией называется процесс
- 1) беспорядочного перемещения небольших твёрдых частиц в жидкостях или газах под действием ударов молекул жидкости или газа
 - 2) испускания и распространения энергии без непосредственного контакта между телами
 - 3) проникновения в результате теплового движения атомов одного тела в промежутки между атомами другого тела
 - 4) переноса теплоты потоками вещества
9. При исследовании броуновского движения маленьких твёрдых частиц в жидкостях и в газах было обнаружено, что среднее перемещение частицы за единицу времени
- 1) не зависит от размеров частиц и температуры вещества
 - 2) не зависит от размеров частиц, но увеличивается при повышении температуры вещества

- 3) не зависит от температуры вещества, но увеличивается при уменьшении размеров частиц
 4) увеличивается при уменьшении размеров частиц, уменьшается при понижении температуры вещества

Какое из приведённых утверждений правильно?

10. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 2 раза. Во сколько раз при этом увеличилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(а)

11. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (n — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Одному процессу могут соответствовать несколько формул.

ПРОЦЕССЫ

- А) Изотермический
при $n = \text{const}$
Б) Изобарный
при $n = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

- 1) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$
2) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$
3) $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$
4) $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$

Ответ:

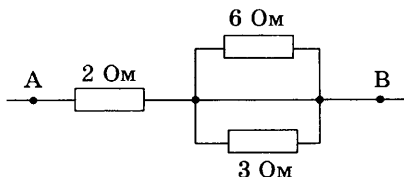
А	Б

13. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 2 раза?
- 1) увеличится в 16 раз 3) увеличится в 8 раз
2) увеличится в 2 раза 4) не изменится
14. Изменяются ли частота и длина волны света при его переходе из вакуума в воду? Выберите верное утверждение.
- 1) длина волны уменьшается, частота увеличивается
2) длина волны увеличивается, частота уменьшается
3) длина волны уменьшается, частота не изменяется
4) длина волны увеличивается, частота не изменяется
15. Почему мыльный пузырь, освещённый белым светом, переливается всеми цветами радуги — от красного до фиолетового?
- 1) В мыльном пузыре имеются мелкие разноцветные частички, их цвет обнаруживается только в очень тонком слое жидкости.
2) Отражение луча света в тонкой плёнке мыльного пузыря происходит и от внешней поверхности плёнки, и от её внутренней поверхности. При сложении этих отражённых пучков света происходит интерференция света. Максимум интерференции зависит от толщины плёнки и длины волны.

3) В плёнке происходит дисперсия света подобно тому, как это происходит в стеклянной призме. Дисперсия света обусловлена зависимостью показателя преломления от длины волны.

4) Все три явления, перечисленные в ответах 1–3, играют примерно одинаковую роль.

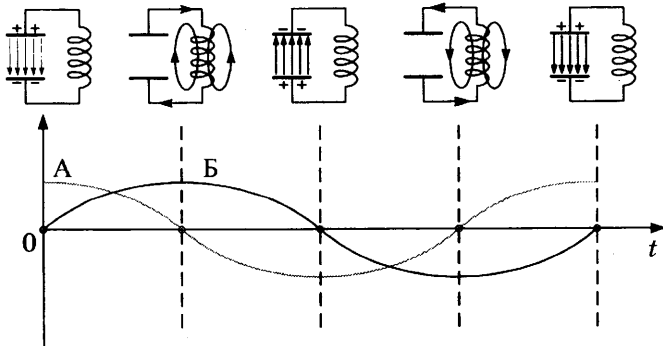
16. Чему равно напряжение на участке цепи АВ (см. рис.), если сила тока через резистор сопротивлением 2 Ом равна 2 А?



Ответ: _____ В

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{1}{4}T$.

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

	А	Б

18. Материальная точка движется равномерно, прямолинейно и сонаправленно с осью координат OX . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) координата точки
- Б) путь, пройденный за время t со скоростью v

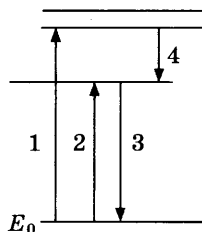
ФОРМУЛЫ

- 1) $s = vt$
- 2) $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
- 3) $x = x_0 - vt$
- 4) $x = x_0 + vt$

Ответ:

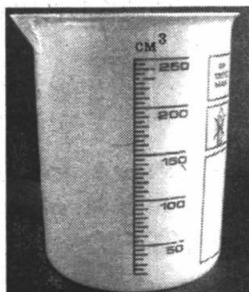
	А	Б

19. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий поглощению атомом фотона самой малой частоты?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

23. В измерительный стакан, показанный на рисунке, учитель налил 200 см^3 воды. Учитывая цену деления стакана, четыре ученика записали результат измерения. Какой ответ верный?



- 1) 200 см^3
 2) $(200 \pm 50) \text{ см}^3$
 3) $(200 \pm 10) \text{ см}^3$
 4) $(200 \pm 5) \text{ см}^3$
24. В таблице представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения на концах нити электрической лампы. По результатам измерений был построен график зависимости $I(U)$ — см. рис. 1. Поскольку график $I(U)$ не показал прямой пропорциональной зависимости тока от напряжения, были вычислены значения электрического сопротивления при разных значениях силы тока и построен график зависимости $R(I)$ — см. рис. 2.

$U, \text{ В}$	$\Delta U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$\Delta I, \text{ мА}$
0,111	0,003	10	3
0,242	0,003	20	3
0,381	0,004	30	3
0,788	0,006	40	3
1,242	0,008	50	3

Анализируя все приведённые данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите утверждение, соответствующее результатам экспериментального исследования.

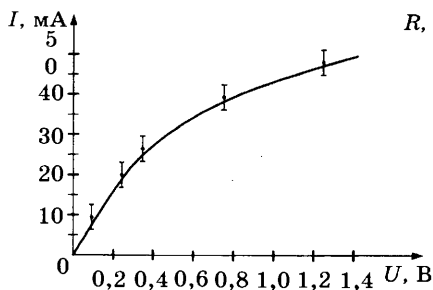


Рис. 1

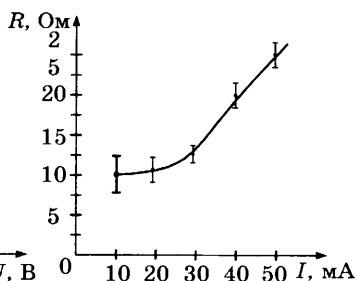


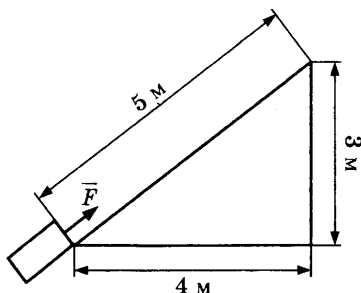
Рис. 2

- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 3) Нелинейность зависимостей $I(U)$ и $R(I)$ объясняется слишком большой погрешностью измерений напряжения.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх на наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Сила \vec{F} равна 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} ? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Ответ: _____ Дж

26. Идеальный газ совершил работу 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 300 Дж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж

27. При последовательном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний напряжения на активном сопротивлении оказалась 3 В, на конденсаторе 8 В, на катушке 12 В. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний полного напряжения на концах последовательной цепи.

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

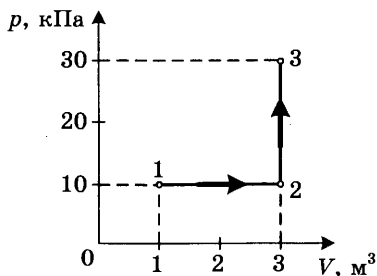
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 5 м , если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н ? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?

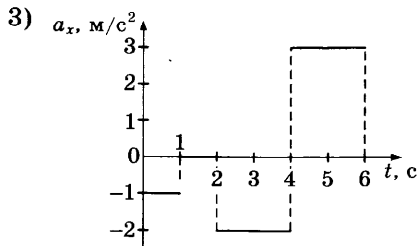
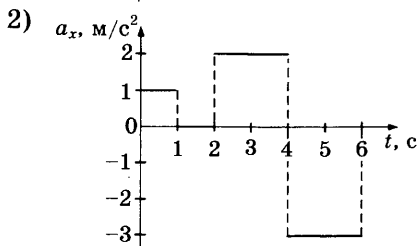
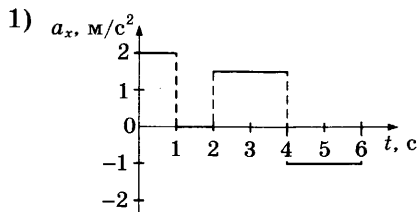
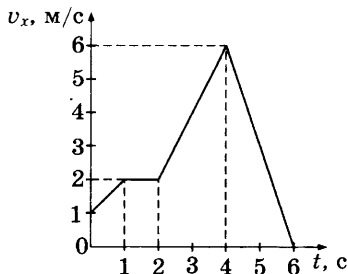


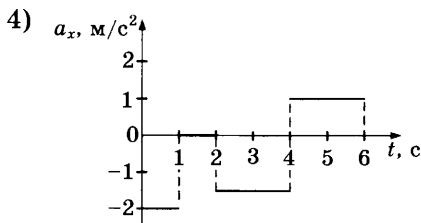
31. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.
32. У самой поверхности воды в реке летит комар, стая рыб находится на расстоянии 2 м от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он ещё виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух-вода равен 1,33.

Часть 1

1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t .

Проекция ускорения a_x в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с представлена верно графиком





Решение

По графику (см. рис.) определяем, что в интервале времени от 4 с до 6 с проекция скорости тела линейно убывала от 6 м/с до 0 м/с. Это было равнозамедленное движение. При таком движении проекция ускорения равна

$$a_x = \frac{0 \text{ м/с} - 6 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = -3 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 2.

2. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Сила притяжения между шарами с массами $\frac{m_1}{2}$ и $2m_2$, если расстояние между их центрами равно $3R$, равна

- 1) $\frac{1}{9}F$ 2) $\frac{1}{3}F$ 3) $3F$ 4) $9F$

Решение

Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, определяется законом всемирного тяготения и для первого случая равна $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$. Для второго случая сила притяжения между шарами равна

$$G \frac{\frac{m_1}{2} \cdot 2m_2}{(3R)^2} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{9R^2} = \frac{1}{9} F.$$

Ответ: 1.

3. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. С какой скоростью лодка движется относительно земли после прыжка человека? Сопротивление воды движению лодки будем считать пренебрежимо малым.

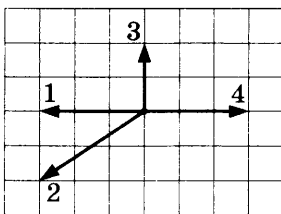
Решение

Из закона сохранения импульса следует:

$$(m + M) \cdot 0 = mv - MV \Rightarrow V = \frac{mv}{M} = \frac{50 \cdot 3}{100} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1,5 м/с.

4. На рисунке представлены четыре вектора сил, действующих на тело. С исключением какой из четырёх сил ускорение тела будет равно нулю? В ответе укажите номер вектора этой силы.



Решение

С исключением силы, обозначенной вектором 1, равнодействующая оставшихся сил будет равна нулю. Ускорение тела будет также равно нулю.

Ответ: 1.

5. Среднее расстояние между центрами Луны и Земли примерно 60 земных радиусов. Во сколько раз уменьшится сила гравитационного взаимодействия предмета массой 1 кг и Земли, если сначала предмет находится на поверхности Земли, а затем на лунной орбите?

Решение

Найдём отношение силы гравитационного взаимодействия Земли и предмета, находящегося на поверхности Земли, к силе гравитационного взаимодействия Земли и предмета, находящегося на лунной орбите:

$$\frac{G \frac{m \cdot M}{R_1^2}}{G \frac{m \cdot M}{R_2^2}} = \frac{R_2^2}{R_1^2} = \frac{(60R_1)^2}{R_1^2} = 3600$$

Ответ: в 3600 раз.

6. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре длиной 5 м. Если её отклонить от положения равновесия, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдёт с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее колебаний, если начальное отклонение гири будет изменено с 10 см на 20 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

Решение

При малом изменении небольшой амплитуды колебаний математического маятника период и частота колебаний не изменяются. Максимальная потенциальная энергия гири при увеличении начального отклонения увеличивается.

Ответ: 331.

7. Камень брошен вертикально вверх. Изменяются ли физические величины, перечисленные в первом столбце, во время его движения вверх и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--------------------------|------------------|
| А) скорость | 1) не изменяется |
| Б) ускорение | 2) увеличивается |
| В) кинетическая энергия | 3) уменьшается |
| Г) потенциальная энергия | |

Ответ:

А	Б	В	Г

Решение

При движении камня его скорость убывает, ускорение свободного падения на небольших расстояниях от поверхности Земли можно считать неизменным, кинетическая энергия по мере убывания скорости уменьшается, а потенциальная энергия с увеличением расстояния от поверхности Земли увеличивается.

Ответ: 3132.

8. Конвекцией называется процесс
- 1) беспорядочного перемещения небольших твёрдых частиц в жидкостях или газах под действием ударов молекул жидкости или газа

- 2) испускания и распространения энергии без непосредственного контакта между телами
- 3) проникновения в результате теплового движения атомов одного тела в промежутки между атомами другого тела
- 4) переноса теплоты потоками вещества

Решение

Конвекцией называется процесс переноса теплоты потоками вещества.

Ответ: 1.

9. При исследовании броуновского движения маленьких твёрдых частиц в жидкостях и в газах было обнаружено, что среднее перемещение частицы за единицу времени

- 1) не зависит от размеров частиц и температуры вещества
- 2) не зависит от размеров частиц, но увеличивается при повышении температуры вещества
- 3) не зависит от температуры вещества, но увеличивается при уменьшении размеров частиц
- 4) увеличивается при уменьшении размеров частиц, уменьшается при понижении температуры вещества

Какое из приведённых утверждений правильно?

Решение

Среднее перемещение частицы за единицу времени при броуновском движении увеличивается при уменьшении размеров частиц, уменьшается при понижении температуры вещества.

Ответ: 4.

10. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 2 раза. Во сколько раз при этом увеличилось давление газа?

Решение

Давление идеального газа связано со средней квадратичной скоростью теплового движения его молекул выражением $p = (1/3) n m_0 v^2$.

При неизменной концентрации n молекул идеального газа и увеличении квадратичной скорости теплового движения его молекул в 2 раза давление газа увеличилось в 4 раза.

Ответ: в 4 раз(а).

11. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В

Решение

При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса поддерживается процесс теплового равновесия воздуха в цилиндре насоса со стенками цилиндра и окружающей средой, поэтому температура воздуха не изменяется. При изотермическом процессе произведение давления газа на его объем остается неизменным, поэтому при уменьшении объема воздуха его давление увеличивается. При изотермическом процессе внутренняя энергия не изменяется.

Ответ: 133.

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (n — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Одному процессу могут соответствовать несколько формул.

ПРОЦЕССЫ

ФОРМУЛЫ

А) Изотермический

1) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$

при $n = \text{const}$

2) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$

Б) Изобарный

3) $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$

при $n = \text{const}$

4) $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$

Ответ:

	А		Б

Решение

Процесс изменения объёма и давления при постоянной температуре называется изотермическим процессом. Связь объёма и давления при изотермическом процессе записывается как $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$, и носит название закона Бойля–Мариотта.

При нагревании в условиях постоянного давления закон зависимости объёма газа от температуры выражается формулой: $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$, если температура газа измеряется в градусах Цельсия. Если температура газа измеряется в градусах Кельвина, то закон зависимости объёма газа от температуры выражается формулой: $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$.

Ответ: 314.

13. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 2 раза?

- 1) увеличится в 16 раз
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 8 раз
- 4) не изменится

Решение

По закону Кулона сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами определяется

выражением $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Если заряд на каждом теле уве-

личить в 2 раза, а расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то сила взаимодействия между телами увели-

чится в 16 раз: $F_1 = k \frac{2q_1 2q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 16k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

Ответ: 1.

14. Изменяются ли частота и длина волны света при его переходе из вакуума в воду? Выберите верное утверждение.

- 1) длина волны уменьшается, частота увеличивается
- 2) длина волны увеличивается, частота уменьшается
- 3) длина волны уменьшается, частота не изменяется
- 4) длина волны увеличивается, частота не изменяется

Решение

Частота электромагнитных колебаний в световой волне не зависит от того, в какой среде распространяется волна. Скорость распространения электромагнитной волны зависит от свойств среды. С наибольшей скоростью свет распространяется в вакууме. Длина волны λ света связана со скоростью ее распространения v и час-

тотой v выражением $\lambda = \frac{v}{\nu}$. Отсюда следует, что с уменьшением скорости света длина волны уменьшается. Скорость света в воде меньше его скорости в вакууме, следовательно, при переходе света из вакуума в воду длина волны уменьшается.

Ответ: 3.

15. Почему мыльный пузырь, освещённый белым светом, переливается всеми цветами радуги — от красного до фиолетового?

- 1) В мыльном пузыре имеются мелкие разноцветные частички, их цвет обнаруживается только в очень тонком слое жидкости.
- 2) Отражение луча света в тонкой плёнке мыльного пузыря происходит и от внешней поверхности плёнки, и от её внутренней поверхности. При сложении этих отражённых пучков света происходит интерференция света. Максимум интерференции зависит от толщины плёнки и длины волны.
- 3) В плёнке происходит дисперсия света подобно тому, как это происходит в стеклянной призме. Дисперсия света обусловлена зависимостью показателя преломления от длины волны.
- 4) Все три явления, перечисленные в ответах 1–3, играют примерно одинаковую роль.

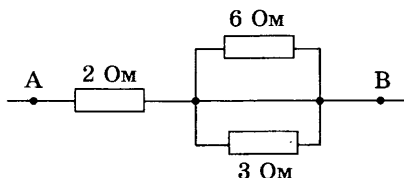
Решение

Луч света на внешней поверхности плёнки частично отражается (луч 1), а частично преломляется (луч 2). Преломлённый луч отражается от внутренней поверхности плёнки и падает на внешнюю поверхность плёнки изнутри. Преломляясь на этой поверхности, он «встречается» и интерферирует с частично ранее отражённым лучом. Интерференция возможна, так как являясь час-

тями одного и то же цуга волн, эти лучи 1 и 2 когерентны. Максимум интерференции зависит от разности хода лучей 1 и 2, т.е. от толщины плёнки. В результате на одной и той же разности хода лучей в зависимости от длины волны может «поместиться» разное число длин волн, и мыльный пузырь, освещённый белым светом, переливается всеми цветами радуги.

Ответ: 2.

16. Чему равно напряжение на участке цепи АВ (см. рис.), если сила тока через резистор сопротивлением 2 Ом равна 2 А?



Решение

Вычислим сначала общее сопротивление r резисторов, включённых параллельно: $\frac{1}{r} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 2 \text{ Ом}$.

Общее сопротивление трёх резисторов равно:

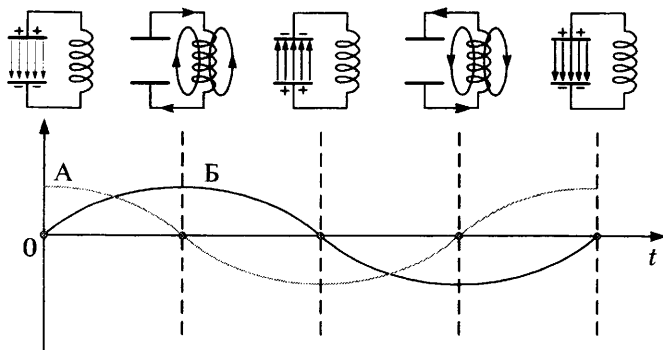
$$R = 2 \text{ Ом} + r = 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}.$$

Напряжение на участке АВ равно: $U = IR = 2 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 8 \text{ В}$.

Ответ: 2.

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{1}{4}T$.

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

Решение

При подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора в контуре возникает электрический ток, и конденсатор начинает разряжаться. Разрядка конденсатора не может осуществиться мгновенно даже в том случае, если электрическое сопротивление провода катушки равно нулю, так как возрастанию силы тока препятствует возникающая в катушке ЭДС самоиндукции.

Сила тока в катушке достигает максимального значения в тот момент, когда конденсатор полностью разряжается. Это происходит через $\frac{1}{4}T$ — на рисунке

этот момент показан на второй схеме. На графике это соответствует максимальной амплитуде тёмной синусоиды Б и нулевому значению светлой синусоиды А.

Ответ: 41.

18. Материальная точка движется равномерно, прямолинейно и сонаправленно с осью координат OX . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ФОРМУЛЫ**

А) координата точки

1) $s = vt$

Б) путь, пройденный за время t
со скоростью v

2) $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$

3) $x = x_0 - vt$

4) $x = x_0 + vt$

Ответ:

	А	Б

Решение

При равномерном прямолинейном движении материальной точки вдоль оси координат OX , совпадающей с направлением вектора скорости \vec{v} координата x точки в любой момент времени t определяется уравнением

$$x = x_0 + vt,$$

где x_0 — координата точки в начальный момент времени.

Пройденный за время t путь s при равномерном движении со скоростью v определяется уравнением

$$s = vt.$$

Ответ: 41.

Зарядовое число Z (число элементарных электрических зарядов) неизвестного продукта ядерной реакции находим из уравнения:

$$1 + 1 = Z + 2, \quad Z = 0.$$

Зарядовым числом 0 (0 протонов) и массовым числом 1 (1 нуклон) обладает нейтрон.

Ответ: 1.

21. Ядро атома химического элемента с порядковым номером 92 в таблице Д.И. Менделеева после одного альфа-распада, двух последующих электронных бета-распадов и ещё одного альфа-распада превращается в новое ядро атома химического элемента. Определите порядковый номер этого химического элемента.

Решение

Так как альфа-частица состоит из двух протонов и двух нейтронов, то после первого альфа-распада порядковый номер ядра-продукта равен 90. Два последующих электронных бета-распада ($n \rightarrow p + e^- + \nu$) увеличивают число протонов на 2 и промежуточное ядро имеет вновь порядковый номер 92. Но ещё один альфа-распад уменьшает число протонов на два. Порядковый номер нового химического элемента равен 90.

Ответ: 90.

22. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдёт с силой тока в цепи, напряжением на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

Решение

При подключении к источнику постоянного тока одной электрической лампы, электрическое сопротивление R которой равно внутреннему сопротивлению r источника тока, сила тока I_1 в цепи равна:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}}{2r}.$$

Напряжение U_1 на выходе источника тока при этом равно:

$$U_1 = \mathcal{E} - I_1 r = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{2r} r = \frac{\mathcal{E}}{2}.$$

Мощность тока P_1 на внешней цепи при этом равна:

$$P_1 = I_1 U_1 = \frac{\mathcal{E}}{2r} \cdot \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}.$$

При подключении последовательно с первой лампой второй такой же лампы сила тока I_2 в цепи равна:

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2R + r} = \frac{\mathcal{E}}{3r}.$$

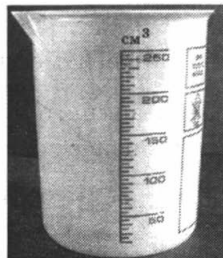
Напряжение U_2 на выходе источника тока при этом равно: $U_2 = \mathcal{E} - I_2 r = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{3r} r = \frac{2\mathcal{E}}{3}$.

Мощность тока P_2 на внешней цепи при этом равна: $P_2 = I_2 U_2 = \frac{\mathcal{E}}{3r} \cdot \frac{2\mathcal{E}}{3} = \frac{2\mathcal{E}^2}{9r} = \frac{\mathcal{E}}{4,5r}$.

Таким образом получаем: $I_2 < I_1$, $U_2 > U_1$, $P_2 < P_1$.

Ответ: 212.

23. В измерительный стакан, показанный на рисунке, учитель налил 200 см^3 воды. Учитывая цену деления стакана, четыре ученика записали результат измерения. Какой ответ верный?



- 1) 200 см^3
- 2) $(200 \pm 50) \text{ см}^3$
- 3) $(200 \pm 10) \text{ см}^3$
- 4) $(200 \pm 5) \text{ см}^3$

Решение

Цена деления измерительного стакана равна 5 см^3 .

Ответ: 4.

24. В таблице представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения на концах нити электрической лампы. По результатам измерений был построен график зависимости $I(U)$ — см. рис. 1. Поскольку график $I(U)$ не показал прямой пропорциональной зависимости тока от напряжения, были вычислены значения электрического сопротивления при разных значениях силы тока и построен график зависимости $R(I)$ — см. рис. 2.

U , В	ΔU , В	I , мА	ΔI , мА
0,111	0,003	10	3
0,242	0,003	20	3
0,381	0,004	30	3
0,788	0,006	40	3
1,242	0,008	50	3

Анализируя все приведённые данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите утверждение, соответствующее результатам экспериментального исследования.

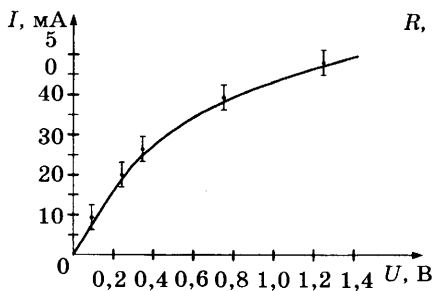


Рис. 1

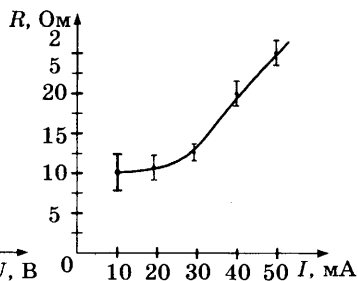


Рис. 2

- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 3) Нелинейность зависимостей $I(U)$ и $R(I)$ объясняется слишком большой погрешностью измерений напряжения.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.

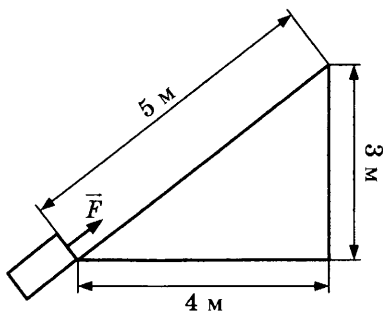
Решение

Нить лампы нагревалась протекающим током. Повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы — зависимость $R(I)$. С возрастанием сопротивления R нити лампы уменьшался ток через нить лампы — зависимость $I(U)$.

Ответ: 2.

Часть 2

25. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх на наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} ? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Решение

Работа силы \vec{F} на прямолинейном отрезке траектории длиной l равна произведению модуля силы \vec{F} на пройденный путь l и на косинус угла α между вектором \vec{F} силы и вектором \vec{v} скорости: $A = Fl \cos \alpha$. Вектор силы \vec{F} при перемещении совпадал с направлением вектора скорости, $\alpha = 0$, $\cos \alpha = 1$. Работа равна $A = 30 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 150 \text{ Дж}$.

Ответ: 150 Дж.

26. Идеальный газ совершил работу 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 300 Дж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе?

Решение

По первому закону термодинамики

$$\Delta U = Q - A',$$

$$Q = \Delta U + A',$$

$$Q = 300 \text{ Дж} + 300 \text{ Дж} = 600 \text{ Дж}.$$

Ответ: 600 Дж.

27. При последовательном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний напряжения на активном сопротивлении оказалась 3 В, на конденсаторе 8 В, на катушке 12 В. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний полного напряжения на концах последовательной цепи.

Решение

Амплитуда колебаний полного напряжения в последовательной цепи с элементами R, C, L равна:

$$U = \sqrt{(U_L - U_C)^2 + U_R^2} = \sqrt{(12 - 8)^2 + 3^2} = 5 \text{ В}.$$

Ответ: 5 В.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 23 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 12 °С. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 12°C. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 12°C, из таблицы $p = 14 \text{ гПа}$.</p> <p>Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 23°C равно 28 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}$;</p> $\varphi = \frac{14 \text{ гПа}}{28 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	<p>Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха.</p> <p>Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.</p>	1
	Максимальный балл	3

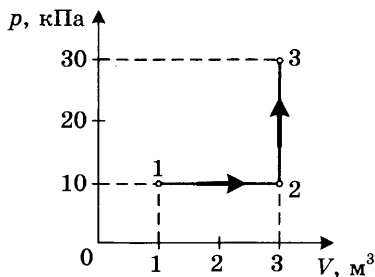
29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.</p> <p>Сила N давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе F упругости, действующей на человека:</p>	$ma = mg + F \quad (1)$ $ N = F \quad (2)$	1
2	<p>Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:</p>	$a = v^2/R \quad (3)$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$v = \sqrt{aR} =$ $= \sqrt{\left(g + \frac{N}{m}\right) R},$ $v = 10 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа увеличился, следовательно, газ совершил работу A' . По первому закону термодинамики:	$\Delta U = Q - A'$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A' , совершенной газом:	$Q = \Delta U + A',$ $Q = U_3 - U_1 + A'$	
2	<p>Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:</p>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1,$ $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3,$ $A' = p_1 \Delta V$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Положительное значение величины Q означает, что газ получил количество теплоты Q.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

31. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в

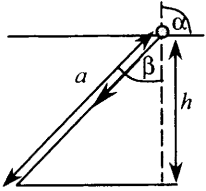
цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.

Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$, сила тока в цепи равна: Отсюда внутреннее сопротивление аккумулятора равно:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 12 \text{ А}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{12} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} =$ $= \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{12}} = 2 \text{ А}$	1
3	Отсюда получаем:	$\mathcal{E} = 2 \cdot 5 + 2 \cdot \frac{\mathcal{E}}{12},$ $5\mathcal{E} = 60 \text{ В},$ $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

32. У самой поверхности воды в реке летит комар, стая рыб находится на расстоянии 2 м от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он ещё виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух-вода равен 1,33.

Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Максимальный угол α падения луча света из воздуха в воду равен 90° , соответствующий ему угол преломления β определяется по известному значению относительного показателя преломления n воды:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$	1
	Отсюда находим максимальное значение угла преломления:	$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$	
2	Рисунок, поясняющий решение.		1
3	Максимальное расстояние a , на котором виден комар на глубине h , равно:	$a = \frac{h}{\cos \beta} = \frac{h}{\sqrt{1 - (\sin \beta)^2}} = \frac{hn}{\sqrt{n^2 - 1}}$ $a \approx 3,0 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3