

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2022-2023
ФИЗИКА

9 класс

1 Вариант. II этап.

Задача 1

В сосуде с водой, имеющей температуру $t = 0^\circ\text{C}$, плавает льдинка массой $m = 50$ гр. В льдинку попала и застряла выпущенная из ружья пуля, которая передала льду тепловую энергию $Q = 16.5$ кДж. В таком состоянии лёд с дробью обладает нейтральной плавучестью. Какова масса пули M ? Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, пули $\rho_{\text{п}} = 8600$ кг/м³. удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг.

Примечание: $Q = 14.5$ кДж

Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
После подвода тепла часть льда растаяла, поскольку лёд тоже имел температуру 0°C , а оставшаяся часть льда имеет массу m_1 : 1) $m_1 = m - Q/\lambda$	2
2) Если масса свинцовой дробинки равна $m_{\text{св}}$, то общая масса льда и дробинки равна $m_{\text{св}} + m_1 = m_{\text{св}} + m - Q/\lambda$,	2
3) а объём $m_{\text{св}}/\rho_{\text{св}} + (m - Q/\lambda)/\rho_{\text{льда}}$.	2
4) При нейтральной плавучести объём вытесненной телом воды равен объёму тела, а вес вытесненной телом воды равен весу тела (идея), тогда $m_{\text{св}} + m - Q/\lambda = (m_{\text{св}}/\rho_{\text{св}} + (m - Q/\lambda)/\rho_{\text{льда}})\rho_{\text{воды}}$.	5
5) Откуда в общем виде $m_{\text{св}} = (m - Q/\lambda) * (\rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{льда}} - 1) / (1 - \rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{св}})$	4
б) Численно $m_{\text{св}} = (m - Q/\lambda) * (\rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{льда}} - 1) / (1 - \rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{св}}) \approx 6.3$ г Из-за ошибки в условии, числовой ответ не требуется. Полный балл ставится при верном решении в общем виде (формула 5))	0
Итого	15

Задача 2

Воздушный шар поднимался с постоянной скоростью v_0 . Когда шар был на высоте H от поверхности земли, от корзины шара отвязали мешок с песком и отпустили без начальной скорости относительно шара. Через какое время T мешок с песком упадёт на землю? Какой будет скорость v мешка при падении?

Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) Начальная скорость мешка с песком относительно земли равна v_0 и направлена вверх	3
2) Уравнение движения мешка с песком вдоль вертикальной оси:	3

$0 = H + v_0 T - \frac{gT^2}{2}$	
<p>Откуда:</p> $T^2 - 2\frac{v_0}{g}T + \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = \frac{2H}{g} + \left(\frac{v_0}{g}\right)^2$ <p>А время падения мешка:</p> <p>3) $T = \frac{v_0}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \left(\frac{v_0}{g}\right)^2}$ (второй корень отбрасываем, поскольку он противоречит физической картине задачи)</p>	3
<p>4) Скорость камня при падении можно определить либо из уравнений кинематики движения камня:</p> $v = v_0 - gT$ <p>Либо из закона сохранения энергии:</p> $\frac{mv_0^2}{2} + mgH = \frac{mv^2}{2}$	3
<p>5) Окончательно скорость мешка при падении:</p> $v = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$	3
Итого	15

Оценка заданий №№ 1 – 2 по 15 баллов

Задача 3

Крокодил Гена и Чебурашка собрались пойти в Магазин-с-апельсинами. Пунктуальный Гена вышел из Дома Дружбы в назначенное время и с постоянной скоростью направился в Магазин-с-апельсинами. Чебурашка же вышел из Дома Дружбы через 12 минут после оговоренного времени, и чтобы догнать Гену, побежал в сторону Магазина-с-апельсинами. Чебурашка обогнал Гену около Лавки-с-цветами и не заметив Гену, побежал дальше в сторону Магазина-с-апельсинами. Через некоторое время после того, как Чебурашка выбежал в сторону Магазина-с-апельсинами, от входа в Дом Дружбы в сторону Магазина-с-апельсинами выехала Шапокляк на велосипеде, и двигаясь с той же постоянной скоростью, что и Чебурашка, поравнялась с Геной на полпути в Магазин-с-апельсинами. Сколько времени ждал Чебурашка Гену около Магазина-с-апельсинами, если Лавка-с-цветами в два раза ближе к Дому Дружбы, чем к Магазину-с-апельсинами? Через какое время после Чебурашки начала движение Шапокляк? Через сколько времени после Шапокляк к Магазину-с-апельсинами прибыл Гена?

Указание: задачу можно решить графически.

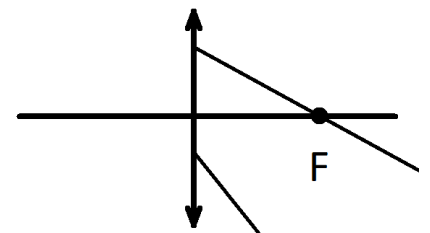
Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) Нарисуем на графике траектории всех трёх участников движения. АВ – Гена, CD – Чебурашка, EF – Шапокляк.	5

<p>2) Треугольники ACG и DGB подобны с коэффициентом подобия 2, поскольку это треугольники с одинаковыми углами, а высоты относятся как 2 к 1 (Лавка-с-цветами в два раза ближе к Дому Дружбы, чем к Магазину-с-апельсинами). Тогда отрезок DB вдвое больше отрезка AE и равен 24 (минуты). Ответ на первый вопрос: Чебурашка ждал Гену 24 минуты.</p>	5
<p>3) Треугольники AEN и BFH равны, значит равны и отрезки AE и FB. $CDFE$ – параллелограмм, значит отрезки CE и DF тоже равны. Получаем уравнение $12 + CE = 24 - CE$, откуда отрезок CE равен 6 (минутам). Ответ на второй вопрос: Шапокляк начала движение через 6 минут после Чебурашки.</p>	5
<p>4) Тогда FB – 18 минут. Ответ на третий вопрос: Гена прибыл к Магазину-с-апельсинами через 18 минут после Шапокляк.</p>	5
Итого	20
Верное аналитическое решение оценивается в полное количество баллов.	

Задача 4

В архиве Снеллиуса нашли чертёж, на котором свет от точечного источника преломлялся в собирающей линзе. От времени часть чернил выцвела, и на рисунке остались видны только два луча, причём известен их ход только после преломления в линзе. По имеющемуся чертежу восстановите построением с помощью циркуля и линейки без делений положения светящейся точки и ее изображения.



Решение:

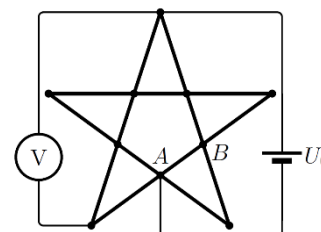
Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) Построив продолжение заданных лучей (на рисунке показаны штриховой линией) до их пересечения, найдем точку S' - положение изображения точки S .	5
2) Луч FA проходит через фокус собирающей линзы, значит до преломления в линзе этот луч шёл параллельно главной оптической оси. Построим прямую SA , параллельную главной оптической оси.	5

3) Луч SO, проходящий через оптический центр линзы, не преломляется. Построим прямую S'O	5
4) Тогда источник S лежит на пересечении S'O и SA	5
Итого	20

Оценка заданий №№ 3 – 4 по 20 баллов

Задача 5

К схеме, состоящую из 15 одинаковых резисторов с сопротивлением R , подключили аккумулятор с напряжением U_0 и идеальный вольтметр. Найдите ток, протекающий через аккумулятор, показания вольтметра и ток, протекающий по проводнику АВ.



Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы	
1) Поскольку вольтметр идеальный, то его можно отключить от цепи – это не повлияет на распределение токов в оставшейся цепи. В силу симметрии оставшейся схемы, ток по резистору CD не идёт, и его можно убрать из схемы:		6
2) Сопротивление оставшейся цепи: $R_{об} = \frac{1}{2} \left(R + 2 \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} \right) = \frac{1}{2} \left(R + \frac{4R}{3} \right) = \frac{7R}{6}$	4	
Откуда: 3) Ток, протекающий через аккумулятор: $I_{об} = \frac{U_0}{R_{об}} = \frac{6U_0}{7R}$	4	
4) По левой половине схемы протекает ток $I_{об}/2$. При этом по резистору АЕ протекает ток:	2	

	$I_{AE} = \frac{1}{3} \frac{I_{об}}{2} = \frac{U_0}{7R}$	
5) Напряжение на резисторе АЕ:	$U_{AE} = I_{AE} R = \frac{U_0}{7}$	2
6) Показания вольтметра:	$U_V = U_0 - U_{AE} = \frac{6U_0}{7}$	4
7) Аналогично 4) ток, протекающий через резистор АВ:	$I_{AB} = \frac{2}{3} \frac{I_{об}}{2} = \frac{2U_0}{7R}$	8
Итого		30

Оценка задания № 5 – 30 баллов

Внимание!

Задача считается решённой, если, помимо правильного ответа, приведены необходимые объяснения. Решение оценивается поэтапно.

Желаем успеха!

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2022-2023
ФИЗИКА

9 класс

2 Вариант. II этап.

Задача 1

В сосуде с водой, имеющей температуру $t = 0^\circ\text{C}$, плавает льдинка массой $m = 75$ гр. В льдинку попала и застряла выпущенная из ружья пуля, которая передала льду тепловую энергию $Q = 12$ кДж. В таком состоянии лёд с дробью обладает нейтральной плавучестью. Какова масса пули M ? Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, пули $\rho_{\text{п}} = 7800$ кг/м³. удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг.

Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
После подвода тепла часть льда растаяла, поскольку лёд тоже имел температуру 0°C , а оставшаяся часть льда имеет массу m_1 : 1) $m_1 = m - Q/\lambda$	2
2) Если масса свинцовой дробинки равна $m_{\text{св}}$, то общая масса льда и дробинки равна $m_{\text{св}} + m_1 = m_{\text{св}} + m - Q/\lambda$,	2
3) а объём $m_{\text{св}}/\rho_{\text{св}} + (m - Q/\lambda)/\rho_{\text{льда}}$.	2
4) При нейтральной плавучести объём вытесненной телом воды равен объёму тела, а вес вытесненной телом воды равен весу тела (идея), тогда $m_{\text{св}} + m - Q/\lambda = (m_{\text{св}}/\rho_{\text{св}} + (m - Q/\lambda)/\rho_{\text{льда}})\rho_{\text{воды}}$.	5
5) Откуда в общем виде $m_{\text{св}} = (m - Q/\lambda) * (\rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{льда}} - 1) / (1 - \rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{св}})$	2
6) Численно $m_{\text{св}} = (m - Q/\lambda) * (\rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{льда}} - 1) / (1 - \rho_{\text{воды}}/\rho_{\text{св}}) \approx 9.6$ г	2
Итого	15

Задача 2

Воздушный шар опускался с постоянной скоростью v_0 . Когда шар был на высоте H от поверхности земли, от корзины шара отвязали мешок с песком и отпустили без начальной скорости относительно шара. Через какое время T мешок с песком упадёт на землю? Какой будет скорость v мешка при падении?

Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) Начальная скорость мешка с песком относительно земли равна v_0 и направлена вниз	3
2) Уравнение движения мешка с песком вдоль вертикальной оси: $0 = H - v_0 T - \frac{gT^2}{2}$	3
Откуда:	3

$T^2 + 2 \frac{v_0}{g} T + \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = \frac{2H}{g} + \left(\frac{v_0}{g}\right)^2$	
А время падения мешка: 3) $T = -\frac{v_0}{g} + \sqrt{\frac{2H}{g} + \left(\frac{v_0}{g}\right)^2}$ (второй корень отбрасываем, поскольку он противоречит физической картине задачи)	
4) Скорость камня при падении можно определить либо из уравнений кинематики движения камня: $v = -v_0 - gT$ Либо из закона сохранения энергии: $\frac{mv_0^2}{2} + mgH = \frac{mv^2}{2}$	3
5) Окончательно скорость мешка при падении: $v = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$	3
Итого	15

Оценка заданий №№ 1 – 2 по 15 баллов

Задача 3

Крокодил Гена и Чебурашка собрались пойти в Магазин-с-апельсинами. Пунктуальный Гена вышел из Дома Дружбы в назначенное время и с постоянной скоростью направился в Магазин-с-апельсинами. Чебурашка же вышел из Дома Дружбы через 16 минут после оговоренного времени, и чтобы догнать Гену, побежал в сторону Магазина-с-апельсинами. Чебурашка обогнал Гену около Лавки-с-цветами и не заметив Гену, побежал дальше в сторону Магазина-с-апельсинами. Через некоторое время после того, как Чебурашка выбежал в сторону Магазина-с-апельсинами, от входа в Дом Дружбы в сторону Магазина-с-апельсинами выехала Шапокляк на велосипеде, и двигаясь с той же постоянной скоростью, что и Чебурашка, поравнялась с Геной на полпути в Магазин-с-апельсинами. Сколько времени ждал Чебурашка Гену около Магазина-с-апельсинами, если Лавка-с-цветами в три раза ближе к Дому Дружбы, чем к Магазину-с-апельсинами? Через какое время после Чебурашки начала движение Шапокляк? Через сколько времени после Шапокляк к Магазину-с-апельсинами прибыл Гена?

Указание: задачу можно решить графически.

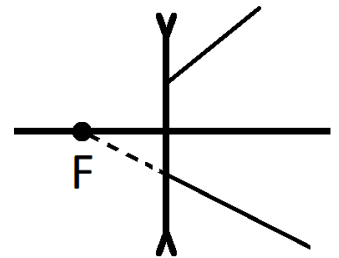
Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) Нарисуем на графике траектории всех трёх участников движения. АВ – Гена, CD – Чебурашка, EF – Шапокляк.	5

X	Гена	
D F 48		
16 32	B	Магазин-с-апельсинами
H		Середина пути
G		Лавка-с-цветами
A		Дом Дружбы
16 C 16 E		
t		
<p>2) Треугольники ACG и DGB подобны с коэффициентом подобия 3, поскольку это треугольники с одинаковыми углами, а высоты относятся как 3 к 1 (Лавка-с-цветами в три раза ближе к Дому Дружбы, чем к Магазину-с-апельсинами). Тогда отрезок DB втрое больше отрезка AE и равен 48 (минут). Ответ на первый вопрос: Чебурашка ждал Гену 48 минут.</p>		5
<p>3) Треугольники AEN и BFH равны, значит равны и отрезки AE и FB. $CDFE$ – параллелограмм, значит отрезки CE и DF тоже равны. Получаем уравнение $16 + CE = 48 - CE$, откуда отрезок CE равен 16 (минут). Ответ на второй вопрос: Шапокляк начала движение через 16 минут после Чебурашки.</p>		5
<p>4) Тогда FB – 32 минуты. Ответ на третий вопрос: Гена прибыл к Магазину-с-апельсинами через 32 минуты после Шапокляк.</p>		5
Итого		20
Верное аналитическое решение оценивается в полное количество баллов.		

Задача 4

В архиве Снеллиуса нашли чертёж, на котором свет от точечного источника преломлялся в рассеивающей линзе. От времени часть чернил выцвела, и на рисунке остались видны только два луча, причём известен их ход только после преломления в линзе. По имеющемуся чертежу восстановите построением с помощью циркуля и линейки без делений положения светящейся точки и ее изображения.



Решение:

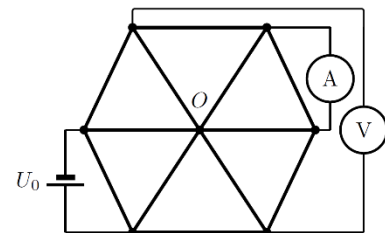
Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы
1) Построив продолжение заданных лучей до их пересечения, найдем положение точки S' - положение изображения точки S .	5
2) Луч FA проходит через ближний фокус рассеивающей линзы, значит до преломления в линзе этот луч шёл параллельно главной оптической оси. Построим прямую SA , параллельную главной оптической оси.	5

3) Луч SO , проходящий через оптический центр линзы, не преломляется. Построим прямую $S'O$	5
4) Тогда источник S лежит на пересечении $S'O$ и SA	5
Итого	20

Оценка заданий №№ 3 – 4 по 20 баллов

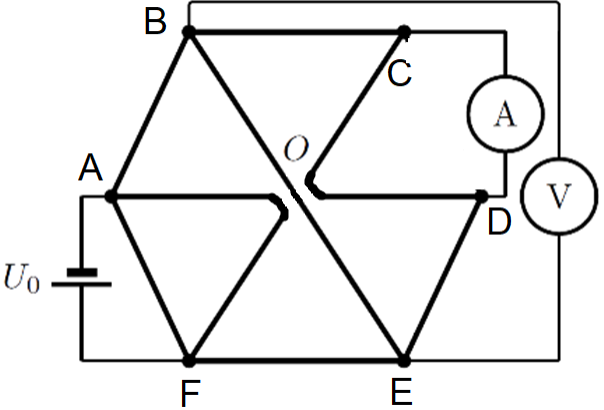
Задача 5

К схеме, состоящую из 12 одинаковых резисторов с сопротивлением R , подключили аккумулятор с напряжением U_0 , и идеальные амперметр и вольтметр. Найдите показания приборов.



Решение:

Комментарии к <u>возможному</u> решению	Баллы	
1) Поскольку амперметр идеальный, то ток по резистору CD не протекает, и его можно убрать из схемы:		5
2) В силу симметрии схемы, контакты в точке O можно растянуть, соединив перемычками, которые впоследствии можно убрать:		5

<p>Откуда: 3) Ток, протекающий по резисторам CO и OD равен 0.</p>		5
<p>4) Сопротивление схемы между контактами BE: $R_{BE} = R$</p>		5
<p>5) Сопротивление схемы между контактами ABEF: $R_{ABEF} = 3R$</p>		5
<p>6) Показания вольтметра: $U_V = \frac{1}{3}U_0$</p>		5
<p>7) Показания амперметра: $I_{BE} = \frac{U_V}{2R} = \frac{U_0}{6R}$</p>		5
<p>Итого</p>		30

Оценка задания № 5 – 30 баллов

Внимание!

Задача считается решённой, если, помимо правильного ответа, приведены необходимые объяснения. Решение оценивается поэтапно.

Желаем успеха!