

**ГОРОДСКАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ 2007/2008**

Саратов
16 декабря 2007 г

Авторы задач

8 класс	9 класс	10 класс	11 класс
1. Д.В. Савин	1. А.А. Князев	1. М.Н. Куликов	1. А.А. Князев
2. А.А. Князев	2. А.В. Савин	2. А.А. Князев	2. В.Н. Шевцов
3. А.А. Князев	4. М.Н. Куликов	3. А.В. Савин	3. А.А. Князев
		5. А.В. Савин	4. В.Н. Шевцов

Задачи 9-3, 10-4 и 11-5 предложены комитетом по образованию администрации г. Саратова.

Председатель жюри: С.Б. Вениг

Члены жюри: В.П. Вешнев, А.А. Гребенюк, В.Л. Дербов, А.А. Князев, Р.Н. Корешков, М.Н. Куликов, Н.Б. Макарова, С.Д. Махлышева, Л.А. Мельников, М.И. Перченко, В.Д. Прыткова, А.В. Савин, Д.В. Савин, Е.П. Селезнев, М.М. Стольниц, В.Н. Шевцов.

Оригинал-макет подготовлен А.В. Савиным

Условия задач

8 класс

1. «Трамвайная линия»

Когда спортсмен-любитель, совершая пробежку вдоль трамвайной линии, поравнялся с остановкой, от нее одновременно отошли два трамвая (в противоположных направлениях). Через 4 мин. 10 с после этого он встретил идущий ему навстречу трамвай, а еще через 2 мин. 5 с его обогнал трамвай. Определите скорость и интервал движения трамваев, если скорость спортсмена 8 км/ч. Время, которое трамвай стоит на остановке, очень мало.

2. «Механизм открывания ворот»

На рисунке 1 представлена кинематическая схема автоматического устройства для открывания одной из створок ворот около 8-го корпуса СГУ. Двигатель привода медленно вытягивает подвижную штангу телескопической стойки в цилиндр, укорачивая ее длину, а шарнирный механизм обеспечивает поворот створки. Через какое время створка повернется на угол 90° , если телескопическая штанга вытягивается в цилиндр со скоростью $V=2\text{ см/с}$? Примите $L=100\text{ см}$, $H=10\text{ см}$.

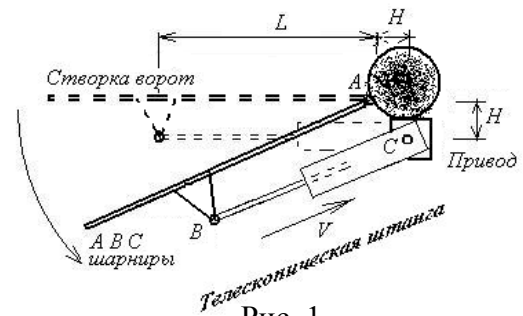


Рис. 1
(вид сверху)

3. «Ледяной кубик»

Ко дну цилиндрического стакана с диаметром основания 7 см приморожен ледяной кубик с длиной ребра 4 см. Стакан заливают теплой водой так, что она полностью покрывает кубик. Как и на сколько изменится уровень воды в стакане после того, как кубик полностью растает? Плотность воды $1,0\text{ г/см}^3$, плотность льда $0,9\text{ г/см}^3$.

9 класс

1. «Галилей и наклонная плоскость»

Галилей утверждал (1638г), что для скатывания тел по наклонным плоскостям требуется одно и то же время, если эти наклонные являются хордами одной и той же окружности с общей нижней точкой (см. рис. 2). Проверьте расчетом это утверждение и определите: а) время скатывания, б) скорость тела в конце движения, если угол наклона равен φ . Сопротивлением воздуха и трением качения пренебречь.

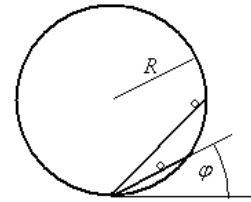


Рис. 2

2. «Вращающаяся доска»

Один конец расположенной горизонтально плоской доски шарнирно закреплён. На расстоянии R от шарнира на доске лежит маленький груз, коэффициент трения покоя которого о доску равен μ . Незакрепленный конец доски начинают поднимать так, что она вращается вокруг шарнира с постоянной угловой скоростью ω (см. рис. 3). Определите, при каком угле наклона доски груз начнет скользить по ней. Считайте, что это произойдет раньше, чем доска придет в вертикальное положение.

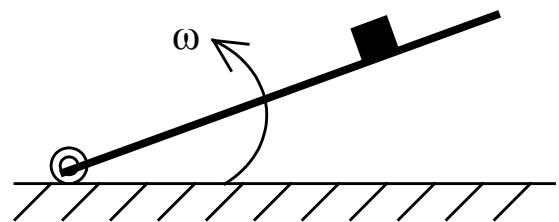


Рис. 3

Примечание: верна формула $a \sin \varphi + b \cos \varphi = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(\varphi + \alpha)$, $\operatorname{tg} \alpha = b/a$.

3. «Замораживаем воду»

В сосуд, содержащий воду при температуре 10°C , положили 1 кг льда, охлажденного до -50°C . После установления теплового равновесия температура в сосуде оказалась равной -4°C . Какова была масса воды? Удельная теплоемкость воды $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{C})$, льда $2,1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{C})$, удельная теплота плавления льда $0,33 \text{ МДж}/\text{кг}$.

4. «Микроамперметры»

К источнику постоянного напряжения подключили два одинаковых вольтметра и два микроамперметра (см. рис. 4). Определите показания вольтметра U_2 , если показания другого вольтметра 10 В , а показания микроамперметров $I_1=100 \text{ мкА}$ и $I_2=99 \text{ мкА}$.

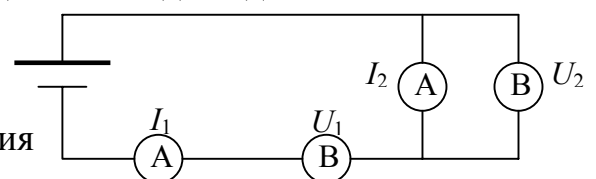


Рис. 4

10 класс**1. «Автогонки»**

Два гоночных автомобиля одновременно стартуют из точки пересечения своих кольцевых авто-трасс A (см рис. 5) со скоростями $v_1=240$ км/ч и $v_2=330$ км/ч соответственно, причём каждый автомобиль движется только по своему кольцу. Длина каждой трассы 15 км. Через какое минимальное время автомобили вновь окажутся в одной точке? В какой точке (A или B) это произойдёт?

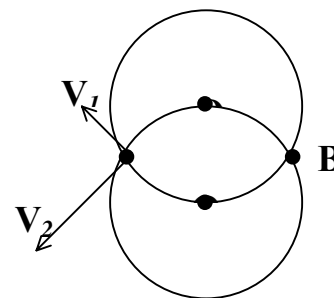


Рис. 5

2. «Две пружины»

Груз подвесили на двух пружинах, скрепленных нитью "с" (см. рис. 6), при этом первая пружина оказалась растянутой на 3 см, а вторая – на 6 см. Затем натянули еще две нити ("a" и "b"), при этом положение груза практически не изменилось, после чего нить "с" перерезали. Как и на сколько изменится положение груза после того, как его колебания прекратятся? Длиной нити "с" можно пренебречь.

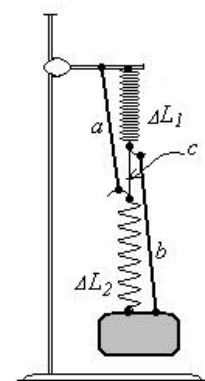


Рис. 6

3. «Ледяная избушка»

Когда в лес пришла настоящая зима и температура воздуха понизилась до -30°C , температура внутри ледяной избушки Лисы даже при постоянно топящейся печи упала до -10°C . Приглашенный Лисой Волк модернизировал печь, вследствие чего выделяемая ей тепловая мощность увеличилась вдвое. Определите толщину стенок избушки после такой модернизации, если до нее она составляла 30 см. Считайте, что толщина стенок избушки намного меньше расстояния между ними, а температура воздуха одинакова в любой точке избушки.

Указание: количество тепла, проходящее через единицу площади стены в единицу времени, прямо пропорционально разности температур внутри и снаружи стены и обратно пропорционально ее толщине.

4. «Трубка в воде»

Запаянная с одного конца трубка длины l опущена в широкий сосуд с водой так, что над поверхностью выступает $1/5$ ее длины, а уровни воды в трубке и сосуде совпадают. До какой температуры нужно нагреть воздух в трубке, чтобы из нее вышла вся вода? Атмосферное давление p_0 , начальная температура воздуха в трубке T_1 , плотность воды ρ .

5. «Зеркальный конус»

В меньшее основание усеченного конуса с углом наклона образующей 30° и зеркальной внутренней поверхностью встроена собирающая тонкая линза. Конус освещается широким параллельным пучком света, падающим параллельно его оси (см. рис. 7). Изобразите картину, наблюдаемую в фокальной плоскости линзы.

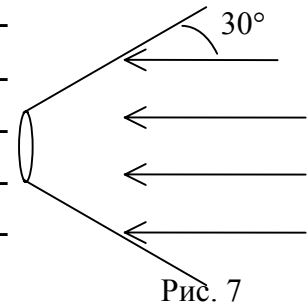


Рис. 7

11 класс

1. «Нарезаем колбасу»

Проверено, что если расположить лезвие острого ножа с углом заточки $2\alpha=7^\circ$ вертикально (см. рис. 8) и надавить им на батон сухой копченой колбасы, то при силе нажатия около 20 Н нож начинает углубляться со скоростью $U \approx 3 \text{ см/с}$. Обычно, чтобы уменьшить усилие резания, ножу сообщают поступательное движение в горизонтальном направлении (параллельно разделочной доске). Оцените, при какой горизонтальной скорости V движения ножа он начнет углубляться с той же скоростью 3 см/с, но при меньшем значении усилия нажима 2 Н?

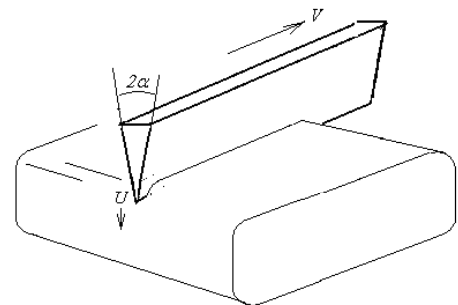


Рис. 8

2. «Газовый процесс»

Идеальному одноатомному газу сообщают количество теплоты Q таким образом, что его внутренняя энергия в этом процессе изменяется пропорционально квадрату объема. Найдите работу, совершенную газом.

3. «Диполь»

Система двух разноименных зарядов, представленная на рисунке 9, называется диполем. Как зависит потенциал точки M от расстояния r до центра диполя, если r намного больше расстояния между зарядами d . Выберите и подтвердите расчетом верный ответ из трех вариантов: 1) $\varphi \sim 1/r$, 2) $\varphi \sim 1/r^2$, 3) $\varphi \sim 1/r^3$.

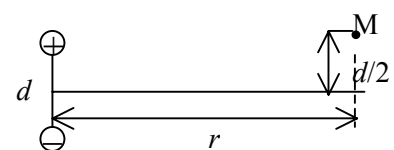


Рис. 9

4. «Контур»

Колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и конденсатора, через ключ K подключен к источнику постоянного напряжения с внутренним сопротивлением r (см. рис. 10), причем первоначально ключ замкнут. После установления стационарного режима ключ размыкают и контуре возникают свободные колебания с периодом T , при этом амплитудное значение напряжения на конденсаторе в N раз больше, чем ЭДС источника. Пренебрегая активным сопротивлением катушки, найдите ее индуктивность и емкость конденсатора.

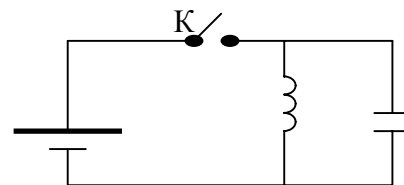


Рис. 10

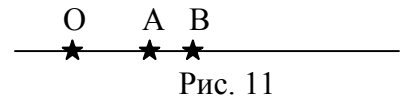
5. «Две линзы»

Собирающая и рассеивающая линзы с одинаковым фокусным расстоянием F расположены так, что их главные оптические оси совпадают. Постройте изображение предмета, находящегося на двойном фокусном расстоянии перед рассеивающей линзой, и рассчитайте его положение. Расстояние между линзами F

Решения задач

8 класс

1. Пусть остановка находится в точке О (рис. 11), первый трамвай встретился спортсмену в точке А через время t_1 , а второй – в точке В через время t_2 . Тогда для этих времен можно записать: $t_1 + OA/u = \Delta t$; $t_2 = \Delta t + OB/u$, где Δt – интервал движения трамваев, а u – скорость их движения. Тогда, обозначив скорость спортсмена за v , с помощью элементарных формул можно записать $\Delta t = t_1(1+v/u) = t_2(1-v/u) \Rightarrow (t_1+t_2)v/u = t_2 - t_1 \Rightarrow u = v(t_1+t_2)/(t_2-t_1)$. Теперь можно найти и интервал движения $\Delta t = 2t_1t_2/(t_2+t_1)$.



Ответ: $\Delta t = 5$ минут; $u = 40$ км/ч

2. Из сравнения начального и конечного состояний створки (см. рис. 1) можно заметить, что расстояние от шарнира В на конце штанги до оси С в начальном и конечном состоянии изменяется от значения $L+H$ до $L-H$. Значит, штанга телескопической стойки должна укоротиться на $\Delta L = 2H = 20$ см. Тогда время открывания створки равно $t = \Delta L/V = 10$ с.



Ответ: время открывания створки равно 10 с.

3. При таянии масса вещества сохраняется, поэтому объем, который занимает образовавшаяся из растаявшего льда вода, равен $V_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{л}} \cdot a^3}{\rho_{\text{в}}}$. Соответственно,

общий объем в сосуде уменьшится на $(1 - \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}})a^3$, что приведет к понижению

уровня на $(1 - \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}})a^3 / (\pi D^2 / 4) \approx 0,17$ см.

Ответ: Уровень воды опустится на 0,17 см.

9 класс

1. Проведем вспомогательные построения (см. рис. 12).

Видно что $S = 2R \cdot \sin \varphi$, $a = g \cdot \sin \varphi$,

Для равнопеременного движения без начальной скорости справедливо

$$S = \frac{at^2}{2}, \text{ откуда } t = 2\sqrt{\frac{R}{g}} - \text{ время скатывания, действи-$$

тельно, не зависит от угла скатывания.

Для скорости в нижней точке имеем:

$$V = at = 2\sqrt{gR} \cdot \sin\varphi$$

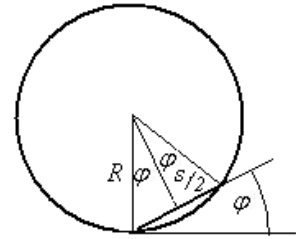


Рис. 12

Ответ: время скатывания $2\sqrt{\frac{R}{g}}$, скорость в конце скатывания $2\sqrt{gR} \cdot \sin\varphi$

2. Пусть груз неподвижен относительно доски, а угол наклона доски составляет $\alpha = \omega t$. Поскольку груз вращается вместе с доской, его ускорение направлено к центру вращения, т.е. вниз вдоль доски, и равно $\omega^2 R$.

Направим ось OX вдоль текущего положения доски, а ось OY перпендикулярно к ней. Тогда, записав для максимального угла, при котором груз еще не скользит, второй закон Ньютона в проекциях на эти оси, имеем:

$$OY : N = mg \cos \alpha$$

$$OX : m\omega^2 R = mg \sin \alpha - \mu N$$

(Здесь N , как обычно, обозначена нормальная сила реакции доски).

$$\text{Отсюда } \sin \alpha - \mu \cos \alpha = \frac{\omega^2 R}{g}, \text{ , } \alpha = \arctg \mu + \arcsin \frac{\omega^2 R}{g\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

$$\text{Ответ: } \alpha = \arctg \mu + \arcsin \frac{\omega^2 R}{g\sqrt{\mu^2 + 1}}$$

Замечания: 1. видно, что при $\omega=0$ получаем правильную асимптотику: $\alpha = \arctg \mu$.

2. Оценим вклад «поправки» (второго слагаемого). Если $\mu=0,2$, $R=1$ м, $\omega=1,5$ с⁻¹ (примерно 4 с на полный оборот), то поправка равна примерно 12°, а $\arctg \mu = 11^\circ$.

3. Вода остынет до 0°C, замерзнет, и получившийся лед остынет до -4°C, положенный в начале лед нагреется до -4°C. Тогда уравнение теплового баланса имеет вид

$$m(4,2 \cdot 10^3 \cdot 10 + 0,33 \cdot 10^6 + 2,1 \cdot 10^3 \cdot 4) = 1 \text{ кг} \cdot 2,1 \cdot 10^3 \cdot 46, \text{ откуда } m = 250 \text{ гр.}$$

Ответ: 250 гр.

4. Через первый вольтметр проходит ток $100 \text{ мкА} = 10^{-4} \text{ А}$, а падение напряжения на нём $U_1 = 10 \text{ В}$. Следовательно, внутреннее сопротивление вольтметров $R_B = U_1 / I_1 = 10^5 \text{ Ом}$.

Так как общий ток $I_1 = 100 \text{ мкА}$, а через второй микроамперметр проходит ток $I_2 = 99 \text{ мкА}$, то через второй вольтметр будет проходить ток $I = I_1 - I_2 = 1 \text{ мкА} = 10^{-6} \text{ А}$. Тогда падение напряжения на втором вольтметре будет равно $U_2 = I R_B = 10^{-6} \cdot 10^5 = 0,1 \text{ В}$.

Ответ. 0,1 В.

10 класс

1. Условие встречи в точке А: $l N_{A1} = v_1 t_A$; $l N_{A2} = v_2 t_A$, где N_{A1} и N_{A2} – целое число кругов, проделанных автомобилями. Следовательно, $\frac{N_{A1}}{N_{A2}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{240}{330} = \frac{8}{11}$. Отсюда минимальное значение $N_{A1} = 8$ и $N_{A2} = 11$.

Условие встречи в точке В: $l N_{B1} + \frac{2}{3} l = v_1 t_B$ и $l N_{B2} + \frac{2}{3} l = v_2 t_B$. Следовательно, $\frac{3N_{B1} + 2}{3N_{B2} + 2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{8}{11}$ или $33N_{B1} + 22 = 24N_{B2} + 16$, откуда $11N_{B1} = 8N_{B2} - 2$. Методом подбора находим минимальные значения $N_{B1} = 2$, $N_{B2} = 3$. Таким образом, до встречи в точке В автомобили пройдут меньшее число кругов, чем до встречи в точке А. Искомое время теперь несложно определить: $t_B = \frac{l}{v_1} (N_{B1} + \frac{2}{3}) = 10$ минут.

Ответ. Вновь автомобили встретятся в точке В через 10 минут.

2. До перерезания нити "с" пружины соединены последовательно. Следовательно, результирующее растяжение определяется как $mg = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2} \Delta L'$, при этом $\Delta L' = \Delta L'_1 + \Delta L'_2$, $k_1 = \frac{\Delta L'_1}{mg}$ и $k_2 = \frac{\Delta L'_2}{mg}$.

После перерезания нити пружины оказываются соединёнными параллельно, и жесткость системы возрастает – груз растягивает систему на $\Delta L''$, в соответствии с соотношением: $mg = (k_1 + k_2) \cdot \Delta L''$. Если, исходя из условия, ввести связь $\Delta L'_2 = \alpha \cdot \Delta L'_1$, ($\alpha = 2$), то получаем удобную формулу: $\Delta L'' = \frac{\alpha}{\alpha + 1} \cdot \Delta L' =$

2 см. В результате груз поднимется на $\Delta H = 6 + 3 - 2 = 7 \text{ см}$.

Ответ: поднимется на 7 см.

3. Закон теплопроводности можно записать в виде $P = \frac{\alpha \Delta T S}{h}$, где S – площадь стенок избушки, h – их толщина, ΔT – разность температур внутри и снаружи, α – коэффициент теплопроводности.

Если бы толщина стенок избушки не изменилась, то при увеличении мощности в 2 раза разность температур воздуха увеличилась бы вдвое, т.е. температура внутри избушки составила бы $-30 + 20 \cdot 2 = 10^\circ\text{C}$. Однако при этом лед, из которого сделаны стены, начнет плавиться, причем этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока температура внутри избушки не понизится до 0°C , и, соответственно, разность температур воздуха внутри и снаружи $\Delta T_1 = 30^\circ\text{C}$.

Тогда несложно видеть, что $\frac{\Delta T}{h} \cdot \frac{h_1}{\Delta T_1} = \frac{1}{2}$, или $h_1 = h \frac{\Delta T_1}{\Delta T} \cdot \frac{1}{2} = 22,5$ см.

Ответ: 22,5 см.

4. Поскольку уровни воды в трубке и снаружи совпадают, то давление воздуха в ней равно атмосферному. (Вообще говоря, если мы просто опустим трубку в воду, давление внутри окажется больше атмосферного. Для того, чтобы создать описанную в условии ситуацию, нужно принять специальные меры, например, после погружения трубки выравнять давления внутри и снаружи, соединив внутренность трубки с атмосферой гибкой трубкой. Однако условие задачи однозначно определяет начальное давления, а процесс получения такого состояния на решение задачи не влияет).

После нагревания давление внутри трубки должно стать $p_0 + 4/5 \rho g l S$, где S – площадь поперечного сечения трубки. Записывая уравнение Клапейрона, имеем

$$\frac{p_0 \frac{1}{5} l S}{T_1} = \frac{(p_0 + \frac{4}{5} \rho g l S) l S}{T_2}, \text{ откуда } T_2 = T_1 \left(5 + 4 \frac{\rho g l S}{p_0} \right).$$

Ответ: $T_2 = T_1 \left(5 + 4 \frac{\rho g l S}{p_0} \right)$.

5. После отражения луча от образующей конуса он пойдет так, что упадет на противоположную сторону образующей перпендикулярно, следовательно, отразится и пойдет в противоположном направлении. Поэтому через линзу пройдут либо лучи, вообще не отразившиеся от конуса, которые образуют светлое точечное пятно по центру экрана, либо лу-

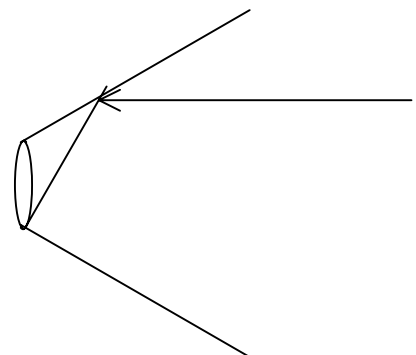


Рис. 13

чи, которые после первого отображения не попадут на образующую (см. рис. 13). Такие лучи образуют в фокальной плоскости светлое кольцо.

Ответ: будет яркая точка на пересечении с осью симметрии и яркое узкое кольцо с центром в этой точке

11 класс

1. Лезвие ножа, углубляясь в продукт с силой F , создает разрывающее усилие T по известной схеме работы клина (см. рис. 14А). При этом $F = 2T \cdot \sin \alpha \approx 2T \cdot \alpha$.

В случае продольного движения ножа происходит следующее (см. рис. Б). Пусть нож первоначально касается разрезаемой поверхности в области точки O . При дальнейшем углублении место касания поверхности окажется не в точке A , но в точке A' . Таким образом, через промежуток времени t нож углубится на величину Ut , и при этом пройдет вдоль поверхности резания расстояние Vt . Результирующее расстояние, пройденное режущей поверхностью ножа, оказывается равным S , а, значит, угол резания изменился от значения 2α до значения 2φ . Оформим наши рассуждения математически (обозначения ясны из рисунка):

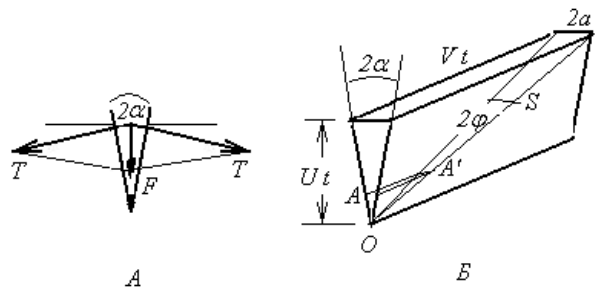


Рис. 14

$$\alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{Ut}, \quad \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{\sqrt{(Ut)^2 + (Vt)^2}} = \frac{\alpha}{\sqrt{\frac{V^2}{U^2} + 1}}.$$

Таким образом, если при резании без продольного сдвига ножа было справедливо соотношение $F_1 = 2T \cdot \alpha$, то при резании со сдвигом ножа необходимо записать $F_2 = 2T \cdot \varphi$. При неизменном значении величины разрывающей оболочки силы T , получаем после сравнения искомое значение скорости резания:

$$V = U \cdot \sqrt{\frac{F_1^2}{F_2^2} - 1} \approx \frac{F_1}{F_2} \approx 30 \text{ см/с. Это близко к измеренному на опыте значению.}$$

Ответ: примерно 30 см/с

2. Для одноатомного газа $U = \frac{3}{2} \nu RT$. Из уравнения Менделеева-Клапейрона $\nu RT = pV$. По условию задачи $U = bV^2$, следовательно, в исследуемом процес-

се $p = \frac{2b}{3}V$. Работа в этом процессе определяется как площадь под графиком зависимости p от V , являющемся в этом процессе прямой линией:

$$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) = \frac{b}{3}(V_2^2 - V_1^2). \text{ Т.к. в этом процессе } \frac{3}{2}\nu RT = bV^2, \text{ то}$$

$$A = \frac{1}{2}\nu R\Delta T = \frac{1}{3}\Delta U. \text{ Из первого начала термодинамики } Q = \Delta U + A, \text{ откуда } A = Q/4.$$

Ответ: $A = \frac{1}{4}Q$.

3. Согласно принципу суперпозиции для потенциала от двух точечных зарядов справедливо:

$$\varphi(r) = \frac{kq}{r} - \frac{kq}{\sqrt{r^2 + d^2}} = \frac{kq}{r} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{d^2}{r^2}}}\right).$$

Для упрощения выражения с учетом условия $d \ll r$ воспользуемся одной из формул приближенных вычислений, согласно которой для $\alpha \ll 1$: $\frac{1}{(1 + \alpha)^n} \approx 1 - n \cdot \alpha$. Для нашего

случая здесь $n = 1/2$.

$$\varphi(r) \sim \frac{1}{r} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{d^2}{r^2}}}\right) \approx \frac{1}{r} \left(1 - 1 + \frac{d^2}{2r^2}\right) \sim \frac{1}{r^3}.$$

Ответ: верно третье утверждение.

Комментарий: вообще говоря, при смещении на бесконечно большое расстояние по некоторой произвольной («типичной») траектории потенциал поля будет убывать $\sim 1/r^2$, что хорошо известно из углубленного курса физики средней школы. Однако при смещении *именно по данной траектории*, на которой направление на один из зарядов меняется, а на другой нет, потенциал будет убывать как $1/r^3$. В этом смысле рассматриваемая ситуация является вырожденной.

4. В стационарном режиме напряжение на конденсаторе равно нулю, ток через

индуктивность равен $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$.

По закону сохранения энергии $LI_0^2 = C(N\mathcal{E})^2$, откуда $L = CN^2r^2$.

Период колебаний в контуре $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Используя предыдущее соотношение, имеем $C = \frac{T}{2\pi Nr}$, $L = \frac{TNr}{2\pi}$.

Ответ: $C = \frac{T}{2\pi Nr}$, $L = \frac{TNr}{2\pi}$

5. Пусть предмет находится на расстоянии $2F$ слева от рассеивающей линзы, тогда по формуле тонкой линзы $\frac{1}{2F} + \frac{1}{a} = -\frac{1}{F}$, $a = -\frac{2}{3}F$, следовательно, изображение его в рассеивающей линзе будет мнимым и находиться на $\frac{2}{3}F$ слева от нее, т.е. на расстоянии $\frac{2}{3}F + F = \frac{5}{3}F$ слева от собирающей линзы, для которой оно является предметом. Тогда $\frac{3}{5F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$, $b = \frac{5}{2}F$, т.е. изображение находится слева от собирающей линзы на расстоянии $2,5F$. Построение см. на рис. 15

Ответ:

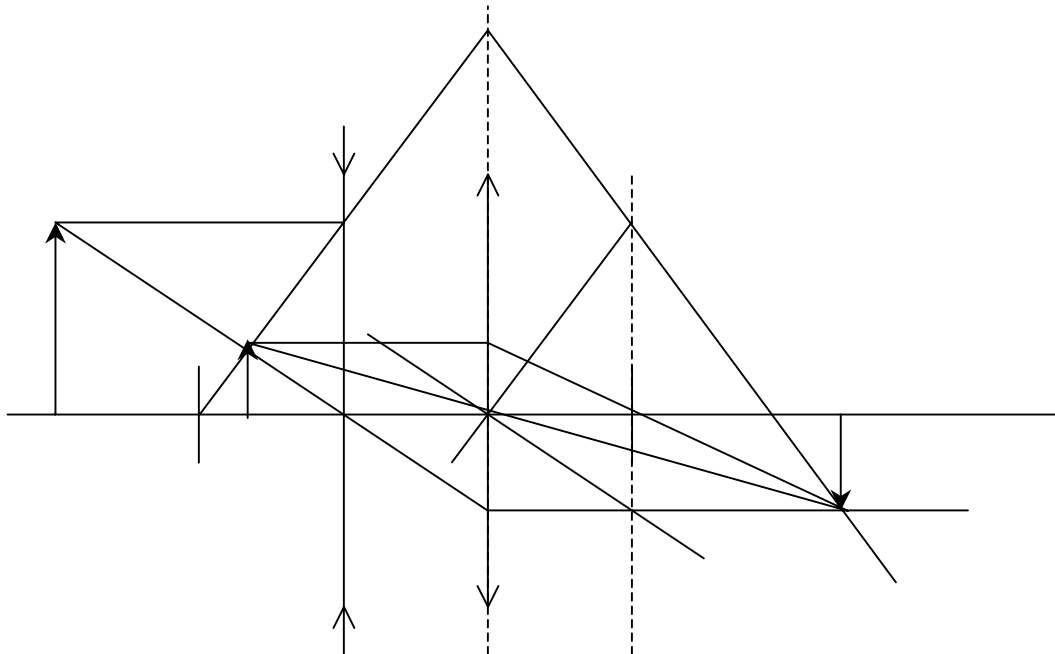


Рис. 15

8 класс

I диплом

Тимин Александр (ФТЛ №1)

II диплом

Ивлев Юрий (ЛПН)

Кунавский Павел (ФТЛ №1)

Писарев Михаил (ЛПН)

Суворов Дмитрий (ФТЛ №1)

III диплом

Куреев Алексей
(ЛПН)

Садохина Ангелина
(ФТЛ №1)

Целиков Александр
(ЛПН)

Грамоты

Грачик Владислав (ЛПН)

Явчуновский Виктор (ФТЛ №1)

9 класс

I диплом

Садков Виктор (ФТЛ №1)

II диплом

Белогаев Андрей (ФТЛ №1)

Сукманова Дарья (ФТЛ №1)

III диплом

Мокин Василий
(ФТЛ №1)

Новиков Александр
(ФТЛ №1)

Рыскина Мария
(ФТЛ №1)

Грамоты

Гаврилин Владислав (ФТЛ №1)

Герасимов Дмитрий (ФТЛ №1)

Красная Анастасия (лицей № 37)

Фурсова Надежда (лицей №2)

10 класс

I диплом

Конюхов Максим (ФТЛ №1)

Масько Игорь (ФТЛ №1)

II диплом

Орлов Григорий (ЛПН)

Цыпленков Алексей (ФТЛ №1)

III диплом

Васьковцов Вадим (ЛМИ)

Ерамян Эрнест (лицей №3)

Мельников Александр (ФТЛ №1)

Познухов Алексей (гимназия №87)

Грамоты

Волков Дмитрий (ЛПН)

Кулакова Екатерина (гимназия №5)

Кукленкова Екатерина (гимназия № 87)

Мамунц Нерсес (гимназия №5)

Рзянин Владимир (лицей №3)

Сатаров Анатолий (лицей №3)

Тяптин Илья (лицей № 15)

Шитов Денис (ФТЛ №1)

11 класс

I диплом

Шевцов Сергей (ФТЛ №1)

II диплом

Салоид Вера (гимназия №5)

Никулин Дмитрий (ФТЛ №1)

III диплом

Агуреев Максим (ЛПН)

Багаев Дмитрий (ФТЛ №1)

Бенедик Андрей (ЛПН)

Зиборов Егор (ЛПН)

Канюфьев Вадим (ФТЛ №1)

Крестьянский Илья (ФТЛ №1)

Кузнецов Николай (ЛПН)

Постаногов Вадим (ЛПН)

Самойлов Леонид (ФТЛ №1)

Тихомирова Ирина (гимназия № 5)

Грамоты

Агапов Геральд (гимназия № 4)

Гардиенко Антон (ЛМИ)

Иванова Александра (лицей № 15)

Клыков Сергей (лицей №3)

Кошелев Дмитрий (гимназия № 87)

Мацак Юлия (лицей № 15)

Осадчий Валентин (ЛМИ)

Польшкина Анастасия (гимназия №4)

Чувашкин Валерий (ЛМИ)