

Саратовский государственный университет
имени Н.Г.Чернышевского

**МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
LV ВСЕРОССИЙСКОЙ
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ**



Саратов
2020 г

Комплект заданий подготовлен
региональной методической комиссией по физике

Координаты для связи (Савин Алексей Владимирович):

Е-mail: sarphys@yandex.ru с пометкой «Олимпиада» в теме письма

Адрес: 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83, СГУ, ФНП, Савину А.В.

Телефон +79033815893

Задачи предложили:

7 класс

1. Д.В. Савин
2. В.Н. Шевцов
3. М.Н. Нурлыгаянова
4. В.Н. Шевцов

8 класс

1. В.Н. Шевцов
2. А.А. Князев
3. В.Н. Шевцов
4. Д.В. Савин

9 класс

1. А.А. Князев
2. Д.В. Савин
3. В.Н. Шевцов
4. В.Н. Шевцов
5. А.В. Савин

10 класс

1. Д.О. Любченко
2. А.В. Савин
3. А.А. Князев
4. Д.В. Савин
5. А.В. Савин

11 класс

1. А.А. Князев
2. В.Н. Шевцов
3. А.А. Князев
4. А.А. Князев
5. А.В. Савин

Председатель методической комиссии: А.В. Савин.

Члены методической комиссии: В.П. Вешнев, А.А. Дворцов, А.А. Князев, Д.О. Любченко, М.Н. Нурлыгаянова, М.В. Поздняков, А.А. Ростунцова, Д.В. Савин, М.М. Стольниц, Р.А. Торгашов, В.Н. Шевцов.

Общая редакция – А.В. Савин

Подготовка оригинал-макета – А.В. Савин, Д.В. Савин

© Авторский коллектив, 2020 г

Подписано в печать 9 декабря в 01.36;

с исправлениями 13 декабря в 22.48.

Условия задач**7 класс****1. "Наггетс, или туда и обратно"**

В октябре 2020 года сообщалось, что одна из британских сетей супермаркетов в честь своего юбилея отправила в стратосферу куриный наггетс, прикрепленный к метеорологическому зонду. Наггетс, как утверждалось, набрал высоту в 33 528 метров — «в пересчете на наггетсы это примерно 880 тысяч наггетсов от поверхности Земли» — и развил максимальную скорость примерно в 322 км/ч, после чего упал обратно на поверхность Земли. Рассчитайте по этим данным максимальную скорость наггетса в наггетсах в секунду.

2. "Гонки автомобилей"

Первый автомобиль прошел половину расстояния между двумя населенными пунктами A и B со скоростью 80 км/ч, а другую половину — со скоростью 120 км/ч. Второй автомобиль, двигаясь между пунктами с постоянной скоростью 100 км/ч, затратил на движение на 6 минут меньше первого. Найдите расстояние между A и B .

3. "Покраска Луны"

Жители Солнечного города решили покрасить Луну в жёлтый цвет. Знайке нужно посчитать, сколько для этого понадобится двадцатилитровых вёдер подходящей для наружных работ пентафталевой краски ПФ-115, плотность которой 0,93 кг/л, а расход (согласно заявлению производителя) — 120 г/м². Посчитайте это и Вы. Посчитайте также, какова будет толщина слоя краски, если расход краски совпадет с заявленным производителем. Справочные данные: радиус Луны 1 737 км, площадь поверхности шара связана с его радиусом формулой $S=4\pi R^2$.

4. "Камень в бочке"

Масса заполненной до краев бочки с водой равна 250 кг. После того, как в бочку уронили двадцатикилограммовый камень, масса бочки со всем содержимым стала равной 265 кг. Найдите плотность камня. Плотность воды 1000 кг/м³.

8 класс**1. "Эхолот"**

Эхолот, установленный на всплывающем с постоянной скоростью 3 м/с батискафе, посылает короткий звуковой импульс. На какой глубине находился в этот момент батискаф, если глубина моря в месте погружения составляет 3 км, а отражённый от дна импульс был зарегистрирован эхолотом за 10 секунд до момента выхода батискафа на поверхность? Скорость звука в воде составляет 1500 м/с.

2. "Свинцовый воздушный шар"

Для телевизионного шоу "Разрушители легенд" (телеканал Discovery) в 2012 г был изготовлен воздушный шар-монгольфьер (открытый снизу и заполняемый горячим воздухом). Необычность его в том, что он собирался из свинцовых листов с общей массой 10 кг. Оцените, какую толщину имели стенки этого шара. Для упрощения оценки считайте, что форма воздушного шара была близка к кубической. Плотность свинца $11\,350\text{ кг/м}^3$, плотность горячего воздуха (при температуре 150°C) $0,85\text{ кг/м}^3$, плотность атмосферного воздуха $1,3\text{ кг/м}^3$.

3. "Лед в масле"

Цилиндрический сосуд, имеющий теплоемкость $C=200\text{ Дж/}^\circ\text{C}$, наполнен до краев трансформаторным маслом массой $m_M=2\text{ кг}$ с температурой $t_1=70\text{ }^\circ\text{C}$. В него аккуратно опускают кусок льда массой $m_0=0,5\text{ кг}$ при температуре $t_2=-20\text{ }^\circ\text{C}$. Какая температура установится в сосуде? Как и на сколько изменится уровень жидкости в сосуде, если площадь его дна $S=100\text{ см}^2$? Плотность масла $\rho_M=850\text{ кг/м}^3$, его удельная теплоемкость $c_M=1900\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$. Плотность льда $\rho_0=900\text{ кг/м}^3$, его удельная теплоемкость $c_0=2100\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, а удельная теплота плавления $\lambda=330\text{ кДж/кг}$. Плотность воды $\rho_B=1000\text{ кг/м}^3$, а ее удельная теплоемкость $c_B=4200\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$. Теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

4. "Блоки, планка и человек"

Человек массой 60 кг стоит на тонкой невесомой планке, соединённой невесомыми верёвками с системой невесомых блоков и массивным грузом (см. рис.1). Определите, с какой силой он должен тянуть за веревку, чтобы планка оставалась в равновесии. Вертикальные черточки разделяют планку на равные части. Трения нет.

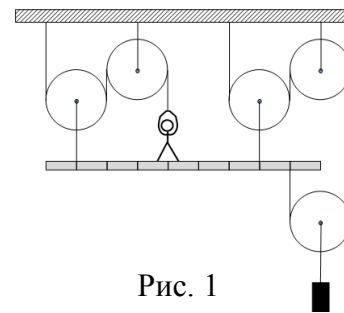


Рис. 1

9 класс

1. "Автодром"

При испытаниях модели автомобиля на автодроме производилась запись зависимости абсолютных величин ее скорости и ускорения от времени. Соответствующие графики приведены на рис.2 (масштаб по оси ускорений был утрачен из-за технических неполадок). С точностью до метра определите, на каком расстоянии от исходной точки оказалась модель через 7 с? Размерами модели можно пренебречь.

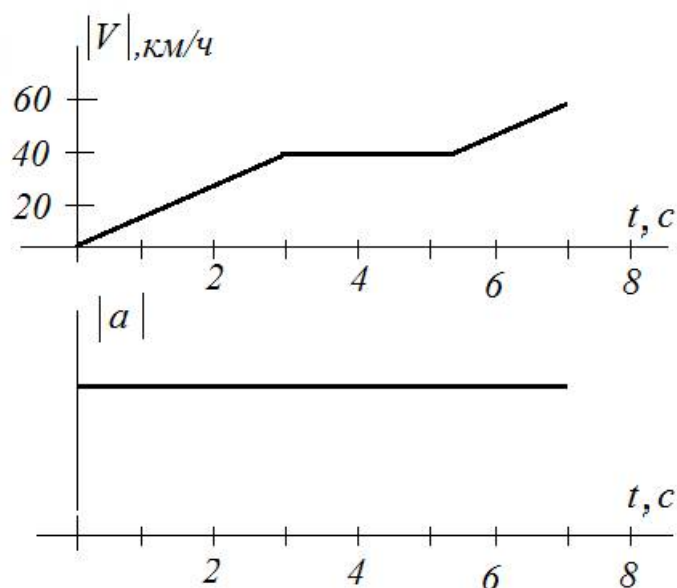


Рис. 2

2. "Блоки, планка и два человека"

Человек массой 50 кг стоит на тонкой невесомой планке, соединённой невесомыми верёвками с системой невесомых блоков (см. рис.), ухватившись за веревку. Вторым человеком удерживается шест, на который опирается планка. Определите, при каких массах подвешенного к блоку груза планка с человеком может оставаться в равновесии. В каком случае она останется в равновесии после того, как шест уберут? Вертикальные черточки разделяют планку на равные части. Трения нет.

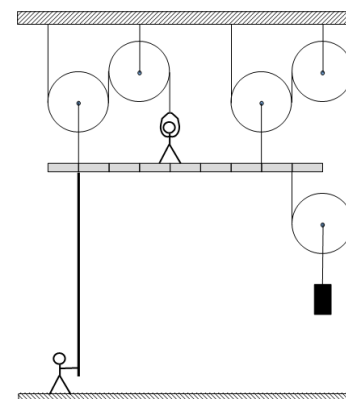


Рис. 3

3. "Лед в ртути"

В заполненном до краев сосуде с ртутью плавает кусок льда массы 1,36 кг. Найдите объем жидкости, которая перельется через края, когда лед растает. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , плотность ртути 13600 кг/м^3 .

4. "Два амперметра"

Электрическая цепь, схема которой представлена на рисунке 4, состоит из шести резисторов и двух идеальных амперметров. Сила тока через амперметр A_1 равна 20 мА. Чему равна сила тока через амперметр A_2 ?

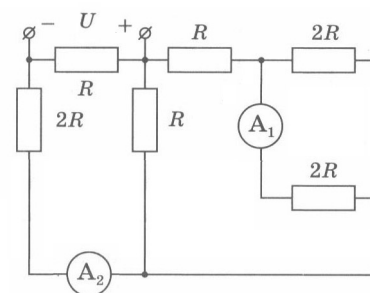


Рис. 4

5. "Человек перед зеркалом"

В комнате на полу вертикально стоит плоское зеркало. Стоящий перед ним человек ростом 180 см видит себя в нем целиком, если высота зеркала не менее 175 см. Определите расстояние от глаз человека до пола.

10 класс

1. "Из пушки по мишени"

Экспериментатор Глюк смастерил орудие, стреляющее небольшими массивными снарядами с начальной скоростью 3 м/с. Орудие закреплено на стойке, на нем установлены целик и мушка, размеры которой малы. Целик расположен над точкой крепления орудия к стойке перпендикулярно ему и имеет высоту 5 см (см. рис.5). В процессе экспериментов Глюк установил, что если направить орудие горизонтально и произвести выстрел, то снаряд упадет на расстоянии 1,15 м от стойки через 0,33с. При стрельбе по мишени оказалось, что попадание в центр мишень происходит, когда прямая, проходящая через него, мушку и верхнюю точку целика, параллельна полу. Найти расстояние между стойками, на которых закреплены орудие и мишень. Поперечным размером орудия и сопротивлением воздуха пренебречь.

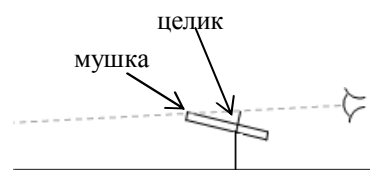


Рис. 5

2. «Переноска книг»

На время ремонта школьной библиотеки из нее нужно вынести книги. Рабочие снимают их с полок, берясь за крайние книги (см. рис.6). Чтобы таким образом перенести стопку из двух книг, нужно приложить (со стороны каждой из рук) силу 5 Н, а стопку из 3 книг – 13 Н. Какую силу нужно приложить, чтобы перенести стопку из 6 книг? Все книги одинаковые.

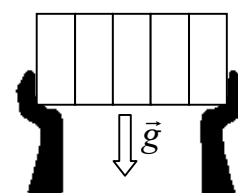


Рис. 6

3. "Гроздь грузов"

Определите силы натяжения нитей, на которых висят грузы в системе (см. рис.7). Массы грузов (нумерация идет слева направо) равны: $m_1=10$ г, $m_2=20$ г, $m_3=30$ г, $m_4=40$ г, $m_5=50$ г, $m_6=60$ г, $m_7=70$ г, $m_8=80$ г. Блоки невесомые, нити длинные, нерастяжимые и невесомые, трения нет.

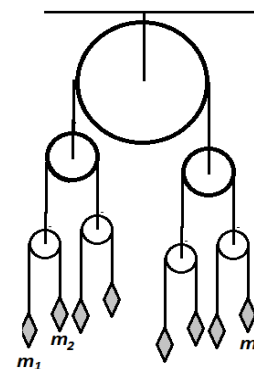


Рис. 7

4. "Шестиплечий мост"

Шестиплечий (двойной) измерительный мост, схема которого изображена на рис.8, используется для измерения малых сопротивлений. В одно из плеч включается неизвестное сопротивление R_x , сопротивления плеч $R_0 - R_4$ могут устанавливаться экспериментатором (например, с использованием магазинов сопротивлений), в то время как сопротивление R экспериментатору неизвестно. В некотором эксперименте при значениях сопротивлений $R_0 = 5$ Ом, $R_3 = 20$ Ом, $R_2 = R_4 = 40$ Ом мост оказался уравновешен (т.е. ток, протекающий через микроамперметр, был равен 0). Определите по этим данным значение измеряемого сопротивления R_x .

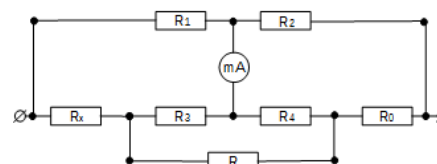


Рис. 8

5. "Через призму"

У экспериментатора Глюка есть прозрачный материал с показателем преломления n . Экспериментатор хочет изготовить из него такую прямоугольную призму, чтобы при ее освещении параллельным пучком лучей, перпендикулярным гипотенузной грани (см. рис.9), свет выходил через обе катетные грани. При каком n у него это получится?

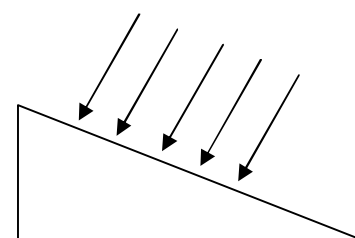


Рис. 9

11 класс

1. "Сила водяного потока"

Вода, стекающая с холмов Саратова во время сильного ливня, представляет серьёзную угрозу на улицах. В начале ливня этот поток переворачивает, например, обломки кирпичей массой до 1 кг, а разыгравшись, увеличивается до значительной глубины и "добирается" до автомобилей и людей. Оцените, во сколько раз должна увеличиться скорость потока для того, чтобы он начал пе-

реворачивать, например, тело массы около 80 кг с плотностью 1100 кг/м^3 . Для упрощения модели считайте, что оба тела имеют кубическую форму и полностью погружены в поток. Примите плотность кирпича равной 1500 кг/м^3 .

2. "Связанные шары"

С какой скоростью будут всплывать в вязкой жидкости два шара одинакового радиуса, связанные длиной невесомой нерастяжимой тонкой нитью, если более легкий шар всплывает в ней со скоростью v_0 , а более тяжелый имеет нулевую плавучесть (может находиться в этой жидкости в безразличном равновесии)? Считайте, что сила сопротивления пропорциональна скорости шара.

3. "Необратимый процесс"

Под тяжелым поршнем в высоком вертикальном теплоизолированном сосуде находится небольшое количество воздуха. Свободно висящий поршень находится на высоте H над дном сосуда. Сверху над поршнем – вакуум. Поршень быстро поднимают на высоту $10H$, дожидаясь установления равновесного состояния и отпускают. На какой высоте остановится поршень после того, как колебания прекратятся?

4. "Электрическое давление"

На горизонтальной непроводящей незаряженной плоскости лежит однородная непроводящая полусфера (см. рис. 10) массы $0,2 \text{ кг}$ и радиуса $0,3 \text{ м}$. По поверхности полусферы однородно распределён заряд. Известно, что если разместить в центре полусферы (т. А) точечный заряд, то вес полусферы увеличивается в 1,5 раза. Найдите минимальную работу, которую нужно совершить, чтобы разместить в т. А этот заряд.

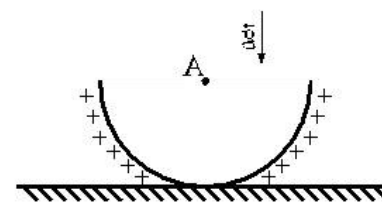


Рис. 10

5. "Двое перед зеркалом"

В квартире экспериментатора Глюка на полу вертикально стоит плоское зеркало. Его высота специально подобрана Глюком – это минимальная высота, при которой он видит себя в нем полностью. Однажды в гости к Глюку приехал его брат, рост которого составляет 180 см. Оказалось, что если расстояние от Глюка до зеркала составляет 60 см, то брату приходится отойти от зеркала на 3 м, чтобы Глюк смог увидеть его в зеркале полностью. А чтобы увидеть в зеркале глаза Глюка, брату нужно стоять не ближе 165 см от зеркала. Каков рост Глюка? Считайте, что фигуры братьев геометрически подобны.

Решения задач**7 класс**

7-1. В соответствии с условием $33528 \text{ м} = 880000$ наггетсов, поэтому 1 наггетс = 3,81 см. Тогда максимальная скорость $322 \text{ км/ч} = \frac{322 / 0,0381 \text{ наг}}{3600 \text{ с}} \approx 2400$ наггетса/с.

Ответ: 2400 наггетса/с

Критерии оценивания

Получена длина наггетса в см (или метрах) или количество наггетсов в 1 метре	4
Получен ответ	6

Указание проверяющему: 1. За отсутствие округлений оценку не снижать. В случае грубого, чем в авторском решении, округления, следует снижать оценку на 1-2 балла.

2. При отсутствии указания размерности в записи ответа снимать 2 балла.

7-2. Обозначив через L расстояние между пунктами A и B , запишем связь между временами, затраченными первым и вторым автомобилями на прохождение всего пути L :

$$\frac{L}{2 \cdot 80} + \frac{L}{2 \cdot 120} - \frac{L}{100} = 0,1.$$

В данном уравнении скорости подставлены в км/ч, а разность времен 6 мин записана как 0,1 ч. В итоге находим $L = 240$ км.

Ответ: 240 км

Критерии оценивания

Записано выражение для времени движения первого автомобиля	2
Записано выражение для времени движения второго автомобиля	2
Составлено уравнение для их разности	3
Получен ответ	3

Указание проверяющему: если имеются ошибки при переводе единиц измерения, баллы за ответ не выставляются.

7-3. Площадь поверхности Луны $S = 4 \cdot 3,14 \cdot (1737,1 \text{ км})^2 = 37\,900\,006 \text{ км}^2 \approx 38 \cdot 10^6 \text{ км}^2 = 3,8 \cdot 10^{13} \text{ м}^2$. Необходимая для ее покраски масса краски $m = 3,8 \cdot 10^{13} \text{ м}^2 \cdot 0,12 \text{ кг/м}^2 = 4,6 \cdot 10^{12} \text{ кг}$. При указанной плотности краски такая масса будет занимать объем $V = 4,6 \cdot 10^{12} \text{ кг} / 0,93 \text{ кг/л} = 4,9 \cdot 10^{12} \text{ л}$, то есть понадобится $4,9 \cdot 10^{12} / 20 \approx 2,5 \cdot 10^{11}$ ведер.

Для определения толщины слоя краски проще всего найденный объем (выраженный в м^3) поделить на площадь окрашенной поверхности $h = V/S = 0,13 \text{ мм}$.

Ответ: $2,5 \cdot 10^{11}$ ведер, 0,13 мм

Критерии оценивания

Найдена площадь поверхности Луны	1
Найдена необходимая масса краски: идея расчета	1
числовое значение	1
Найден объем краски: идея расчета	1
числовое значение	1

Найдено количество ведер	1
Найдена толщина слоя: идея	2
числовое значение	2

Указание проверяющему: 1. Наличие большего числа цифр после запятой в ответе недочетом не является.

2 Если решение идет в общем виде, то баллы за численное значение выставляются, если верно проведен расчет по итоговой формуле.

7-4. Из условия задачи можно сделать вывод, что 5 кг ($0,005 \text{ м}^3$) воды перелилось через край. Следовательно, объем камня составляет $0,005 \text{ м}^3$. Зная массу камня и его объем, находим плотность камня.

Ответ: 4000 кг/м^3 .

Критерии оценивания

Определен объем камня	6
Найдена плотность камня	4

8 класс

8-1. Пусть v – скорость батискафа, c – скорость звука в воде, H – глубина моря, h – глубина, на которой находился эхолот в момент отправки импульса, $\tau=10 \text{ с}$ – интервал времени от момента приема импульса до выхода на поверхность.

Пусть от момента отправки импульса до его получения прошло время t . Тогда $h=v(t+\tau)$ (1) и $ct=H-h+H-v\tau$ (2). Исключая из приведенных уравнений t , находим

$h = \frac{2H + (c - v)\tau}{\frac{c}{v} + 1}$. Учитывая, что $c \gg v$, это выражение можно переписать

как $h = 2H \frac{v}{c} + v\tau = 6000/500 + 3 \cdot 10 = 42 \text{ м}$.

Ответ: 42 м.

Комментарий: поскольку скорости звука и батискафа различаются на два порядка, учитывать влияние скорости батискафа на скорость сигнала не имеет смысла.

Критерии оценивания

Записана формула (1) или эквивалентная ей	3
Записана формула (2) или эквивалентная ей	3
Получен ответ: в виде формулы	3
числовое значение	1

Указание проверяющему: 1. Упрощение формулы с учетом $c \gg v$ не является обязательным, расчет по точной формуле также должен быть оценен полным баллом.

2. Если участник не получает итоговую формулу, а подставляет числовые значения сразу в систему уравнений (1)-(2) и верно находит числовое значение h , он должен по критерию "получен ответ" получить 4 балла. Если же он делает вычисления неверно, по критерию "получен ответ" выставляется 0 баллов.

8-2. При свободном равномерном подъёме на воздушный шар действуют три уравновешенных силы: две – вниз, это силы тяжести оболочки шара mg и горячего воздуха $\rho_h gV$, и одна – вверх, это сила Архимеда, создаваемая холодным воздухом $\rho_c gV$. Принимая для оценки форму шара кубической, получим, что его объем V равен a^3 (a – ребро куба). Запишем условие равенства сил: $\rho_c gV = mg + \rho_h gV$. Отсюда можно найти необходимый объем оболочки: $V = \frac{m}{\rho_c - \rho_h} = 22,2 \text{ м}^3$, и далее определяем ребро куба $a = 2,8 \text{ м}$. Куб с такими размерами будет иметь общую площадь поверхности $S = 6 \cdot 7,9 \text{ м}^2 = 47,4 \text{ м}^2$. Именно по такой площади нужно раскатать 10 кг свинца. Теперь легко предельно толщину необходимого листа: $h = \frac{m}{\rho_L S} \approx 20 \text{ мкм}$. Это примерно

толщина самой тонкой шоколадной фольги!

Ответ: 20 мкм.

Критерии оценивания

Записано условие равновесия шара	3
Определен объем шара	2
Определена площадь поверхности шара	2
Получен ответ	3

8-3. Лед в масле утонет и вытеснит часть масла массой $\Delta m = \rho_M V_0 = \rho_M \frac{m_0}{\rho_0}$, где V_0 — начальный объем льда. Предположим, что в итоге лед весь растает. Тогда образуется вода объемом $V_B = \frac{m_0}{\rho_B}$, который меньше начального объема льда на

$\Delta V = \frac{m_0}{\rho_0} - \frac{m_0}{\rho_B} = m_0 \frac{\rho_B - \rho_0}{\rho_B \rho_0}$. Поэтому уровень жидкости в сосуде понизится на

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{m_0}{S} \frac{\rho_B - \rho_0}{\rho_B \rho_0}.$$

Найдем теперь установившуюся температуру системы. Часть внутренней энергии масла и сосуда будет передана льду. Поэтому уравнение теплового баланса следует записать в виде

$$(C + (m_M - \Delta m))(t_1 - t_K) = m_0(c_0(t_0 - t_2) + \lambda + c_B(t_K - t_0)).$$

Здесь $\Delta m = m_0 \frac{\rho_M}{\rho_0}$, а $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ — температура плавления льда

Из уравнения теплового баланса имеем:

$$t_K = \frac{(C + (m_M - \Delta m))t_1 - m_0(c_0(t_0 - t_2) + \lambda - c_B t_0)}{C + (m_M - \Delta m) + m_0 c_B}.$$

Подставив сюда выражение для $\Delta m = m_0 \frac{\rho_M}{\rho_0}$, получаем расчетную формулу:

$$t_K = \frac{\left(C + \left(m_M - m_0 \frac{\rho_M}{\rho_0} \right) \right) t_1 - m_0 (c_0 (t_0 - t_2) + \lambda - c_B t_0)}{C + \left(m_M - m_0 \frac{\rho_M}{\rho_0} \right) + m_0 c_B}$$

Проведя вычисления получим, что $t_K = 5,99 \approx 6$ °С, а $\Delta h \approx 5,5$ мм. Поскольку получившаяся температура положительна, наше предположение о том, что весь лед растает, верно.

Ответ: 6°С, понизится на 5,5 мм.

Критерии оценивания

Определена масса вылившегося масла	2
Определено изменение уровня	2
Записано выражение для тепла, отданного маслом	2
Записано выражение для тепла, полученного льдом	2
Получен ответ	2

Указание проверяющему: решения, в которых не учитывается выливание масла, следует оценивать не выше 4 баллов (в случае правильного определения изменения уровня и правильной записи выражения для тепла, полученного льдом).

8-4. Пусть масса груза, подвешенного к крайнему блоку, равна m , масса человека M , а сила натяжения нити, прикрепленной к левому подвижному блоку, T . Длину одной части планки обозначим L .

На рисунке 11 изображены вектора сил, действующих на систему «планка+человек», а также подписаны значения сил натяжения возле каждого из участков нитей. При этом учтено, что силы натяжения в различных участках одной и той же нити равны, а также должна быть равна нулю суммарная сила, действующая на подвижный блок.

Запишем условия равновесия системы тел «планка+человек»:

- равенство сил в проекции на вертикальную ось $3T/2 + mg = Mg + mg/2$;

- равенство моментов сил относительно оси, проходящей через точку на планке, над которой стоит человек $3LT + 4Lmg/2 = 3Lmg$ (можно было бы записать равенство моментов и относительно любой другой оси, но мы выбрали такую, относительно которой моменты двух действующих на систему сил равны 0, и уменьшили тем самым количество членов в уравнении).

Решая эти уравнения совместно, получим $mg = Mg = 3T$. Отсюда получаем искомую силу $T/2 = Mg/6 = 100$ Н.

Поскольку при решении мы не рассматривали внутренние силы в системе «человек+планка», нужно проверить, не приводит ли наше решение к физически абсурдному результату — появлению отрицательной (направленной вниз) силы реакции опоры. Впрочем, это несложно сделать: хорошо видно, что

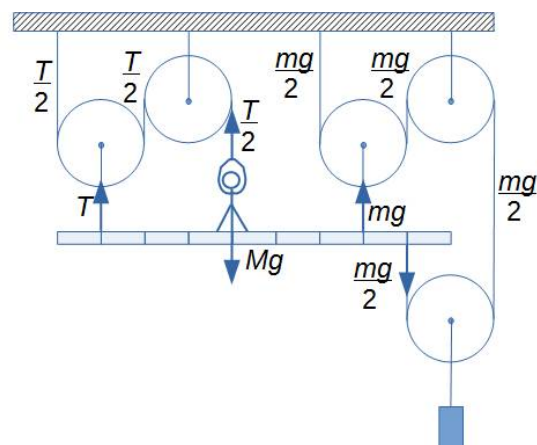


Рис. 11

действующая на человека вверх сила натяжения нити меньше, чем действующая на него вниз сила тяжести. Следовательно, сила реакции опоры положительна (направлена вверх) и равна $5Mg/6 = 500$ Н.

Ответ: 100 Н.

Критерии оценивания

Записаны соотношения между натяжениями нитей, вытекающие из свойств подвижного блока	2
Записаны условия равновесия планки: два	5
только одно	2
Получен ответ	2
Проверено, что сила взаимодействия между человеком и планкой неотрицательна	1

9 класс

9-1. Обозначим t_1 – продолжительность первого наклонного участка, t_2 – продолжительность горизонтального участка, t_3 – продолжительность второго наклонного участка на графике модуля скорости. Из графика можно получить: $t_1=3$ с, $t_2\approx 2,3$ с, $t_3\approx 1,7$ с.

Т.к. на первом участке скорость равномерно росла со временем, движение было прямолинейным. Пусть $V_1=40$ км/ч – скорость в конце первого участка. Тогда $V_1=at_1$, а длина первого участка $L_1=at_1^2/2=V_1t_1/2=16,7$ м.

На втором участке и скорость, и ускорение остаются постоянными по модулю. Такое возможно только при равномерном движении по окружности. Радиус этой окружности можно определить из формулы для центростремительного ускорения $R=V_1^2/a=V_1t_1=33,3$ м.

За время движения по окружности модель повернется на угол $\varphi=\omega t_2=V_1t_2/R=t_2/t_1\approx 0,77$ рад $\approx \pi/4$. Далее будем считать, что $\varphi=\pi/4$. Схематически траектория модели показана сплошной линией на рис. 12.

Длина третьего участка $L_3=V_1t_3+at_3^2/2\approx 24,2$ м. Тогда перемещение за все время движения

$$S = \sqrt{\left(L_1 + \frac{R}{\sqrt{2}} + \frac{L_2}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{L_2}{\sqrt{2}} + R - \frac{R}{\sqrt{2}}\right)^2} \approx 63 \text{ м.}$$

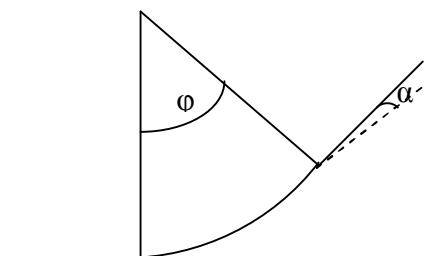


Рис. 12

Покажем, что пренебрегая отклонением угла поворота от 90° , мы вносим погрешность менее метра. Пунктиром на рис. 12 показана "действительная" траектория на третьем участке, $\alpha=\pi/4-0,77=0,015$ рад. При этом начальная точка третьего участка сместится относительно рассчитанной нами на $R\alpha=0,5$ м вдоль окружности, а конечная – еще на $L_3\alpha=24,2\cdot 0,015=0,363$ м перпендикулярно траектории на последнем участке. Даже сумма этих величин менее метра, действительная погрешность будет еще меньше.

Ответ: 63 м.

Критерии оценивания

Определена длина первого участка	1
Показано, что второй участок – дуга окружности	2
Определен ее радиус	1
Определен угол поворота	1

Определена длина третьего участка	1
Получен ответ	2
Показано, что точность вычислений соответствует требуемой	2

Указания проверяющему: если участник не пренебрегает различием между углом поворота и 45° и при этом корректно рассчитывает перемещение, он должен получить полный балл. Требовать при этом оценки погрешности не нужно. Неуспешные попытки точного расчета перемещения не оцениваются, т.е. максимальная оценка должна составить 6 баллов.

9-2. Пусть масса груза, подвешенного к крайнему блоку, равна m , масса человека M , сила натяжения нити, прикрепленной к левому подвижному блоку T , сила реакции шеста N . Длину одной части планки обозначим L .

На рисунке 13 изображены вектора сил, действующих на систему «планка+человек», а также подписаны значения сил натяжения возле каждого из участков нитей. При этом учтено, что силы натяжения в различных участках одной и той же нити равны, а также должна быть равна 0 суммарная сила, действующая на подвижный блок. Запишем условия равновесия системы тел «планка+человек»:

- равенство сил в проекции на вертикальную ось:

$$3T/2 + N + mg = Mg + mg/2;$$

- равенство моментов сил относительно оси, проходящей через верхнюю точку шеста

$$3LT/2 + 6Lmg = 3LMg + 7Lmg/2$$

(можно было бы записать равенство моментов и относительно любой другой оси, но мы выбрали способ, позволяющий исключить момент силы реакции шеста из уравнения).

Решая эти два уравнения совместно, получим $T = 2Mg - 5mg/3$; $N = 2mg - 2Mg$. Очевидно, что силы N и T должны быть направлены вверх и, следовательно, в наших обозначениях должны быть положительными. Кроме этого, сила $T/2$ не должна превышать по величине Mg – в противном случае на человека будет со стороны планки будет действовать сила реакции, направленная вниз (либо человек оторвется от планки). В таком случае получим два неравенства: $N \geq 0$, $0 \leq T \leq 2Mg$. Решая эти неравенства совместно, получим $M \leq m \leq 6M/5$, что после подстановки чисел дает $50 \text{ кг} \leq m \leq 60 \text{ кг}$.

Для ответа на второй вопрос задачи рассмотрим предельный случай $N = 0$, тогда получим $m = M$.

Ответ: $50 \text{ кг} \leq m \leq 60 \text{ кг}$, 50 кг

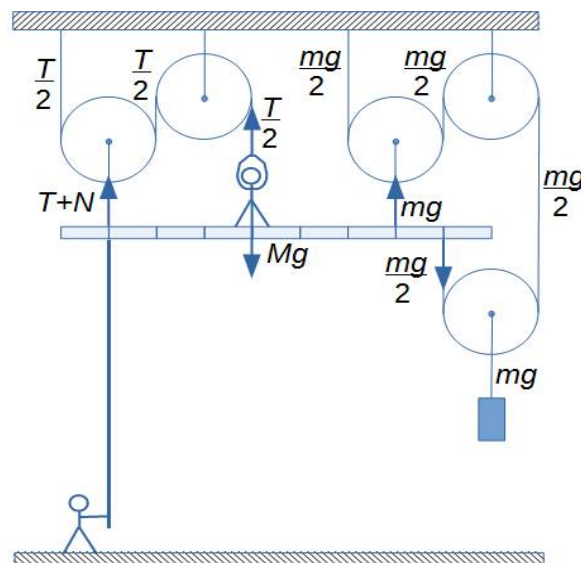


Рис. 13

Критерии оценивания

Записаны условия равновесия планки: два	3
только одно	1
Записаны ограничения на силу N	1
Записаны ограничения на силу T	2
Получен ответ на первый вопрос	2
Получен ответ на второй вопрос	2

9-3. В сосуде, очевидно, останется лишь та часть получившейся в результате таяния льда воды, объем которой равен объему погруженной в ртуть части льда. Погруженный объем $V_{погр}$ можно найти из условия плавания льда:

$$m_{л} = \rho_{рт} V_{погр},$$

где $m_{л}$ – масса льда, а $\rho_{рт}$ – плотность ртути. Объем же получившейся из льда

воды, очевидно, равен $V_{воды} = \frac{m_{л}}{\rho_{воды}}$. В итоге для перелившегося через края объ-

ма воды ΔV получаем выражение

$$\Delta V = \frac{m_{л}}{\rho_{воды}} - \frac{m_{л}}{\rho_{рт}} = \frac{m_{л}(\rho_{рт} - \rho_{воды})}{\rho_{воды}\rho_{рт}} = \frac{1,36 \cdot 12,6 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 13,6 \cdot 10^3} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, \text{ или } 1,26 \text{ литра.}$$

Ответ: 1,26 литра.

Критерии оценивания

Получен погруженный в ртуть объем льда	4
Получен объем воды, получившейся из льда	3
Получен ответ	3

9-4. Т.к. амперметры идеальные, их можно заменить на перемычки. Составим эквивалентную схему цепи (см. рис.14) и, обозначив силу тока через амперметр A_1 I , определим картину распределения силы токов по всем ветвям. Перенумеруем резисторы для удобства изложения (см. рис. 14)

Резисторы 1 и 2 подключены параллельно, поэтому текущие через них токи равны. Ток через резистор 3 равен их сумме. Суммарное сопротивление резисторов 1,2 и 3 равно $2R$, что вдвое больше подключенного параллельно к ним резистора 4, поэтому через резистор 4 течет вдвое больший ток, чем через резистор 3. Наконец, сила тока через резистор 6 есть сумма сил токов через резистора 4 и 3. Поэтому Из рисунка ясно, что сила тока через второй амперметр в шесть раз больше, т. е. $I_2 = 120 \text{ мА}$

Ответ: 120 мА.

Критерии оценивания

Получена эквивалентная схема без амперметров	4
Найден ток через резистор 3	2
Найден ток через резистор 4	2
Получен ответ	2

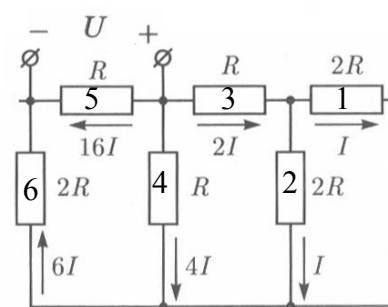


Рис. 14

9-5. Приведенный рис. 15 иллюстрирует ход лучей, соответствующий минимальной высоте зеркала. Поскольку расстояния от предмета до плоского зеркала и от плоского зеркала до изображения равны, то заштрихованные на рис. треугольники равны.

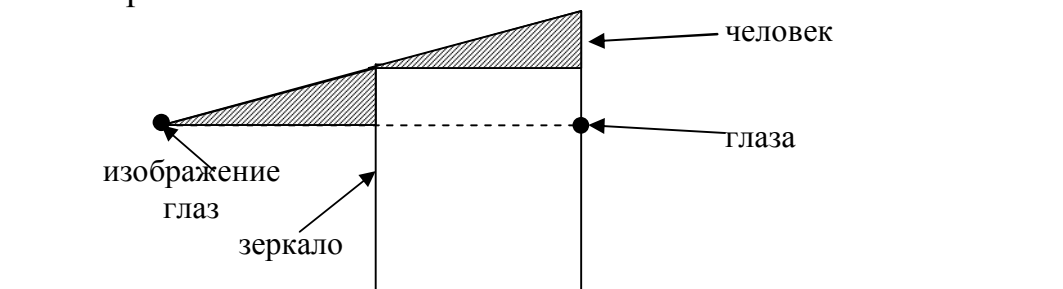


Рис. 15

Тогда разность роста человека и высоты зеркала равна разности высоты зеркала и высоты глаз человека над полом, откуда получаем ответ: 170 см

Ответ: 170 см.

Критерии оценивания

Построен рисунок, соответствующей минимальной высоте зеркала	6
Получен ответ	4

Указание проверяющему: для выставления полного балла за рисунок на нем обязательно должны присутствовать изображение глаз и луч, соединяющий его с верхними точками зеркала и человека.

10 класс

10-1. Рассмотрим первую ситуацию, когда орудие стоит горизонтально:

Обозначения на рис.16: l_0 – расстояние от стойки до места падения снаряда, l – часть длины орудия от точки крепления со стойкой до конца его ствола.

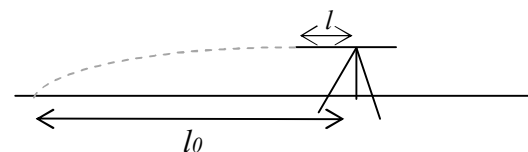


Рис. 16

Запишем уравнение движения в горизонтальной проекции: $l_0 - l = vt_1$, где v – скорость снаряда, t_1 – время полёта. Отсюда найдем $l = l_0 - vt_1 = 0.16\text{ м}$.

Рассмотрим вторую ситуацию.

Обозначения на рис.17: L – расстояние между стойками, h – высота целика, α – наклон орудия. Поскольку центр мишени и конец орудия находятся на одной высоте, то для вертикальной проекции

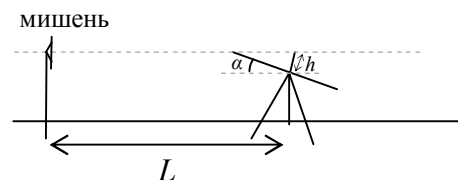


Рис. 17

можно записать: $vt_2 \sin \alpha - \frac{gt_2^2}{2} = 0$ (1)

Для горизонтальной оси: $L - l \cos \alpha = vt_2 \cos \alpha$ (2). Из этой системы находим

$$L = \frac{2v^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha + l \cos \alpha.$$

Т.к. $\operatorname{tg} \alpha = h/l$, то $L \approx 0.67\text{ м}$.

Ответ: 0,67 м.

Критерии оценивания

Найдено l	2
Записано соотношение (1)	2
Записано соотношение (2)	2
Получен ответ в общем виде	2
Получено числовое значение ответа	2

10-2. Чтобы книги не выскользнули, стопку нужно сжимать, тогда сила трения, возникающая между соседними книгами, компенсирует действующую на них силу тяжести. Таким образом, на каждую из двух крайних книг должна действовать такая сила, чтобы ее вертикальная составляющая компенсировала силу тяжести, действующую на одну книгу, и силу трения, действующую на эту книгу со стороны соседней, а горизонтальная N была достаточной для того, чтобы возникающая между книгами сила трения компенсировала их силу тяжести.

Пусть в стопке n книг. Рассмотрим $(n-2)$ "центральные" книги, которые рабочий не держит руками. Поскольку нам нужно, чтобы все книги относительно друг друга не двигались, эти книги можно рассматривать как одно тело. Действующие между ними силы трения в таком случае являются внутренними, поэтому их условие равновесия будет иметь вид $(n-2)mg=2\mu N$, откуда находим N . Тогда полная сила, прикладываемая со стороны одной руки,

$$F = mg \sqrt{\left(1 + \frac{(n-2)}{2\mu}\right)^2 + \frac{(n-2)^2}{4\mu^2}}. \text{ Используя данные условия, находим } m=0,5 \text{ кг,}$$

$\mu=0,39$. Тогда для стопки из 6 книг понадобится $43,5 \approx 44$ Н.

Заметим, что при больших n зависимость силы от числа книг будет близка к линейной.

Ответ: 44 Н.

Критерии оценивания

Идея о рассмотрении центральных книг как одного тела	2
Получено выражение N в зависимости от числа книг (либо отдельно для 3 и 6 книг)	3
Получено выражение для полной силы в зависимости от числа книг (либо отдельно для 3 и 6 книг)	3
Получен ответ	2

10-3. Рассмотрим самый верхний блок. Т.к. он невесом, то силы натяжения нитей слева и справа от него должны быть равны. Повторяя эти рассуждения для остальных блоков, получаем, что все силы натяжения нитей, на которых висят грузы, равны между собой.

Пусть груз с массой m_i движется с ускорением a_i (для определенности будем считать, что все ускорения направлены вверх). Тогда второй закон Ньютона для него будет иметь вид $m_i a_i = T - m_i g$. Суммируя по всем грузам, получаем

$$\sum a_i = T \sum \frac{1}{m_i} - 8g. \text{ Поскольку нити нерастяжимы, то их ускорения двух}$$

грузов, висящих на одной нити, равны по величине и имеют противоположный знак, поэтому $\sum a_i = 0$ и $T = \frac{8g}{\sum \frac{1}{m_i}} = 36,8$ мН

Ответ: силы натяжения всех нитей равны 36,8 мН.

Критерии оценивания

Показано, что все искомые силы равны	3
Записан второй закон Ньютона для грузов	2
Учтено, что сумма всех ускорений равна нулю	3
Получен ответ	2

10-4. Поскольку мост уравновешен и ток через микроамперметр равен 0, через резисторы R_1 и R_2 протекает одинаковый ток. Обозначим его I_B . Ток, протекающий через резистор R , обозначим I , а через резисторы R_3 и R_4 – I_H . Запишем в этих обозначениях условие равенства потенциалов на контактах микроамперметра, приравнивая падения напряжения между каждым из контактов и одной из клемм цепи:

$$I_B R_1 = (I + I_H) R_x + I_H R_3; I_B R_2 = (I + I_H) R_0 + I_H R_4 \quad (1)$$

Запишем также условие равенства падений напряжения на резисторе R и резисторах R_3 и R_4 : $RI = (R_3 + R_4)I_H$ (2). После преобразований получим, исключив из системы уравнений токи, $R_x = R_1 R_0 / R_2 + R(R_1 R_4 / R_2 - R_3) / (R + R_3 + R_4)$. Поскольку сопротивление R экспериментатору неизвестно, нужно подбирать такие сопротивления $R_1 - R_4$, при которых второе слагаемое обращается в 0: $R_1 = R_2 R_3 / R_4$ (3). Тогда получим $R_x = R_3 R_0 / R_4 = 2,5$ Ом.

Ответ: 2,5 Ом.

Критерии оценивания

Записано уравнение (1) или эквивалентное	3
Записано уравнение (2) или эквивалентное	2
Записано условие (3)	3
Получен ответ	2

10-5. Т.к. лучи падают перпендикулярно гипотенузной грани, на ней они преломляться не будут. Пусть один из углов призмы равен α . Тогда угол падения луча на прилегающую к нему катетную грань равен α , а на противоположную – $90^\circ - \alpha$ (см. рис. 18). Чтобы свет выходил через катетные грани, там не должно быть полного внутреннего отражения, т.е. должны выполняться условия $n \sin \alpha < 1$ и $n \cos \alpha < 1$. Возводя в квадрат и складывая, получаем $n < \sqrt{2}$. Несложно проверить, что при n чуть меньше $\sqrt{2}$ сделать такую призму можно: нужно выбрать угол $\alpha = 45^\circ$.

Пусть, однако, $n > \sqrt{2}$. Будем для определенности считать, что $\alpha < 45^\circ$. Тогда полное внутреннее отражение точно будет наблюдаться на катете, прилегающем к

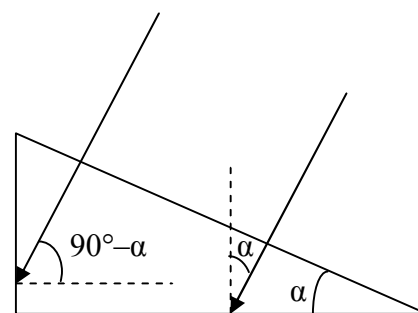


Рис. 18

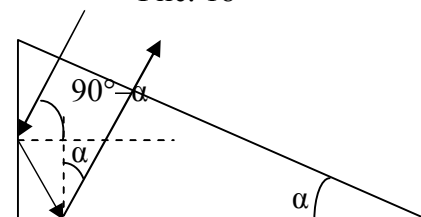


Рис. 19

углу $90^\circ - \alpha$. Отраженный от него луч образует с ним угол α , поэтому он упадет на второй катет (а не на гипотенузу) под углом α . Если для второго катета полного внутреннего отражения нет, то он выйдет через него. Если же есть, то он отразится и упадет нормально на гипотенузу (см. рис.19). Таким образом, при $n > \sqrt{2}$ условие задачи не может быть выполнено.

Ответ: при $n < \sqrt{2}$.

Критерии оценивания

Указано, что на гипотенузной грани лучи не преломляются	1
Записаны законы преломления на катетных гранях	2
Получено условие $n < \sqrt{2}$	3
Показано, что при n сколь угодно близком к $\sqrt{2}$ призму сделать можно	2
Корректно обсуждается траектория отраженного от катетной грани луча	2

11 класс

11-1. Вычислим силу давления на куб со стороны потока воды (R – линейный размер тела):

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} = \frac{(\rho_0 V \Delta t S) V}{\Delta t} \sim \rho_0 V^2 R^2.$$

Для начала перекачивания куба момент этой силы относительно "дальнего" нижнего ребра должен превысить момент разности сил тяжести и Архимеда относительно этого же ребра:

$$F \frac{R}{2} \geq (mg - F_a) \frac{R}{2} = (\rho - \rho_0) g R^3 \frac{R}{2}, \text{ или}$$

$\rho_0 V^2 \geq (\rho - \rho_0) g R$. Выражая характерный размер тела через его массу, получим

выражение для "критической" скорости: $V^2 \geq \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} g \sqrt[3]{\frac{m}{\rho}}$,

$$\rho_0 V^2 \geq (\rho - \rho_0) g \sqrt[3]{m}.$$

Сравним два тела:

$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{(\rho_1 - \rho_0) \sqrt[3]{m_1 / \rho_1}}{(\rho_2 - \rho_0) \sqrt[3]{m_2 / \rho_2}} = \frac{(\rho_1 - \rho_0)}{(\rho_2 - \rho_0)} \sqrt[3]{\left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \left(\frac{m_1}{m_2}\right)}$$

Подставим значения: $\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{0,5}{0,1} \sqrt[3]{\left(\frac{1,1}{1,5}\right) \left(\frac{1}{80}\right)} \approx 1$

Ответ: Будет достаточно уже имеющейся скорости потока.

Критерии оценивания

Получена оценка для силы давления	3
Записано условие переворачивания	3
Получена связь скорости с массой	2
Получен ответ	2

Указание проверяющему: 1. Следует засчитывать как верные ответы, совпадающие с авторским по порядку величины (при условии корректных рассуждений).

2. Решения, в которых не учитывается действующая на тело сила Архимеда, оценивать не выше 5 баллов.

11-2. Обозначим силу Архимеда, действующую на любой из шаров (размеры шаров одинаковы) как F_A . Тогда для более легкого шара, всплывающего со скоростью v_0 , можно написать

$$m_1 g + kv_0 = F_A, \quad (1)$$

где m_1 – масса легкого шара, а сила сопротивления, направленная вниз (против движения), записана в виде kv_0 .

Для связанных нитью шаров можно записать аналогичное соотношение в виде

$$m_1 g + kv + m_2 g + kv = 2F_A \quad (2).$$

В этой формуле m_2 – масса более тяжелого шара, v — скорость их всплывания и учтено, что силы сопротивления, действующие на шары, одинаковы. Поскольку более тяжелый шар может находиться в равновесии, будучи полностью погруженным в жидкость, то $m_2 g = F_A$.

С учетом этого можно записать $m_1 g + 2kv = F_A$, а согласно (1) получаем

$$m_1 g + 2kv = m_1 g + kv_0, \text{ откуда следует, что } v = v_0/2.$$

Ответ: со скоростью $v_0/2$.

Критерии оценивания

Записаны уравнения движения: для легкого шара	3
для тяжелого шара	2
для двух шаров вместе	3
Получен ответ	2

Указание проверяющему: вместо уравнения могут быть записаны уравнения для каждого из связанных шаров (с учетом силы натяжения).

11-3. Если поднимать поршень медленно, так, что в каждый момент в сосуде устанавливается термодинамическое равновесие, то поршень опустится на первоначальную высоту (обратимый процесс) – газ сначала охладится, затем настолько же нагреется. Если же поднять поршень очень быстро, то температура не успеет измениться и теперь газ, при поднятом поршне, будет иметь ту же температуру T_0 , что и до поднятия поршня. После падения поршня с высоты $10H$ и прекращения его колебаний около нового значения высоты H_1 , температура газа станет другой T_1 , за счет совершения работы внешней силы тяжести поршнем, расходуемой на изменение внутренней энергии газа (необратимый процесс): $Mg(10H - H_1) = \frac{5}{2} \nu R(T_1 - T_0)$,

причём, и в начале и в конце цикла можно записать уравнение состояния:

$$\frac{Mg}{S} = \frac{\nu R T_0}{HS} = \frac{\nu R T_1}{H_1 S}, \text{ откуда получаем: } T_1 = \frac{H_1}{H} T_0$$

Используя последнее соотношение, получим:

$$\frac{\nu R T_0}{H} (10H - H_1) = \frac{5}{2} \nu R T_0 \left(\frac{H_1}{H} - 1 \right), \text{ или } H_1 = 3,6 H$$

Ответ: $3,6 H$.

Критерии оценивания

Указано, что при быстром подъеме поршня температура газа не изменится	2
Записан закон сохранения энергии для падения поршня	3
Давление в сосуде связано с массой поршня	1
Записано уравнение состояния для начального и конечного положения	2
Получен ответ	2

Указание проверяющему: если используется формула для внутренней энергии одноатомного газа, снимать 2 балла.

11-4. Пусть Q – заряд полусферы. Минимальная работа, которую нужно совершить, чтобы поместить в эту точку заряд, равна потенциальной энергии его взаимодействия с зарядом полусферы. Поскольку точечный заряд находится на равном расстоянии от всех точек полусферы, эта энергия может быть подсчитана по формуле $W=kqQ/R$ (R – радиус полусферы).

Увеличение веса возникает, очевидно, за счет силы, действующей со стороны заряда на сферу, которая равна силе, с которой сфера действует на заряд.

Для подсчета этой силы разобьем сферу на бесконечно малые заряды ΔQ . Поскольку сфера заряжена равномерно, то $\Delta Q=\sigma\Delta S$, где ΔS – площадь участка сферы, имеющего заряд ΔQ , а $\sigma=Q/2\pi R^2$ – поверхностная плотность заряда полусферы.

Величина силы взаимодействия точечного заряда q с любым из этих зарядов будет одинакова и равна $kq\sigma\Delta S/R^2$, однако они будут иметь различные направления. Поскольку каждому заряду можно найти расположенный симметрично относительно оси полусферы, то горизонтальные компоненты сил при суммировании уничтожат друг друга, и полная сила взаимодействия определится как сумма вертикальных компонент. Если α – угол, который образует с вертикалью радиус, проведенный к рассматриваемому участку сферы (см. рис. 20), то вертикальная компонента будет равна $kq\sigma\Delta S\cos\alpha/R^2$. Но $\Delta S\cos\alpha$ – это площадь проекции рассматриваемого участка на основание полусферы. Поскольку остальные величины в этом выражении не зависят от угла α , то при суммировании по всем зарядам получим $F=kq\sigma\pi R^2/R^2=kq\sigma\pi=kqQ/2R^2$.

Тогда из условия задачи $kqQ/2R^2=mg/2$, и $W=mgR=0,6$ Дж.

Ответ: 0,6 Дж.

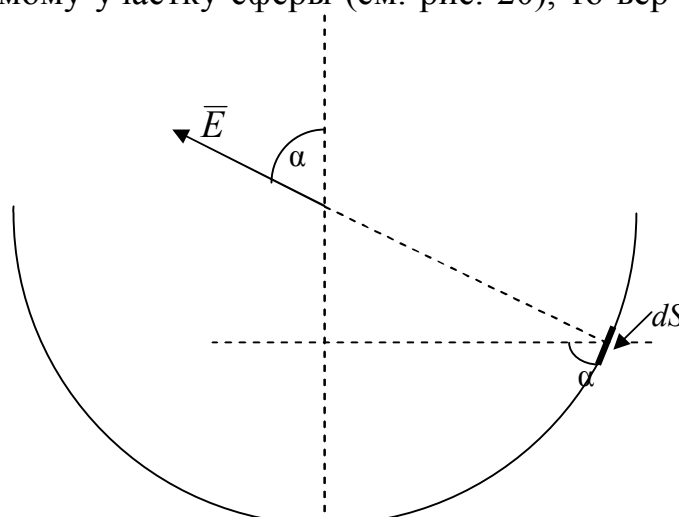


Рис. 20

Критерии оценивания

Найдена энергия взаимодействия заряда с полусферой	3
Найдена сила взаимодействия заряда с полусферой	5
Получен ответ	2

11-5. Обозначим: H – рост брата, h – рост Глюка, h_3 – высота зеркала. Будет также считать, что глаза экспериментатора находятся на высоте αh от пола. В силу подобия фигур братьев глаза старшего брата будут находиться на высоте αH от пола. Также обозначим $l=60$ см, $L_1=300$ см, $L_2=165$ см.

Построим ход лучей (рис. 21), соответствующий первому случаю (Глюк видит брата целиком).

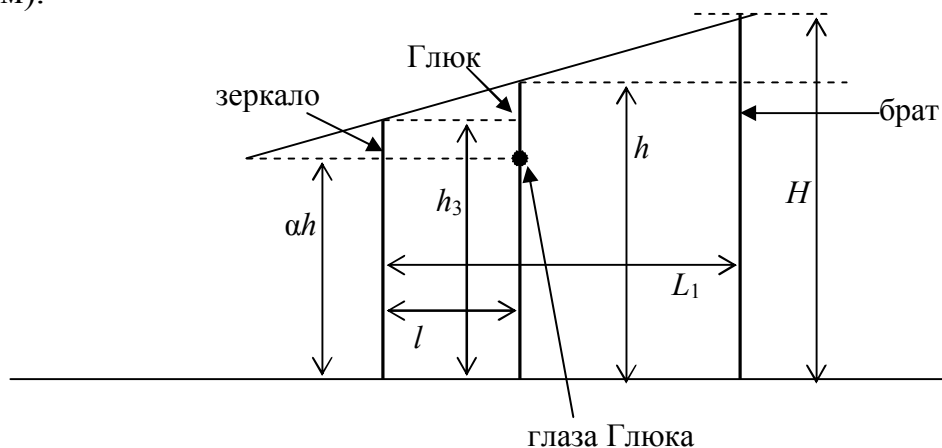


Рис. 21

Можно записать следующие соотношения: $h-h_3=h_3-\alpha h$ (1) и $\frac{L_1}{l} = \frac{H-h_3}{h-h_3}$ (2), которые содержат три неизвестных (h , h_3 и α).

Ход лучей во втором случае (брат видит глаза Глюка) приведен на рис. 22.

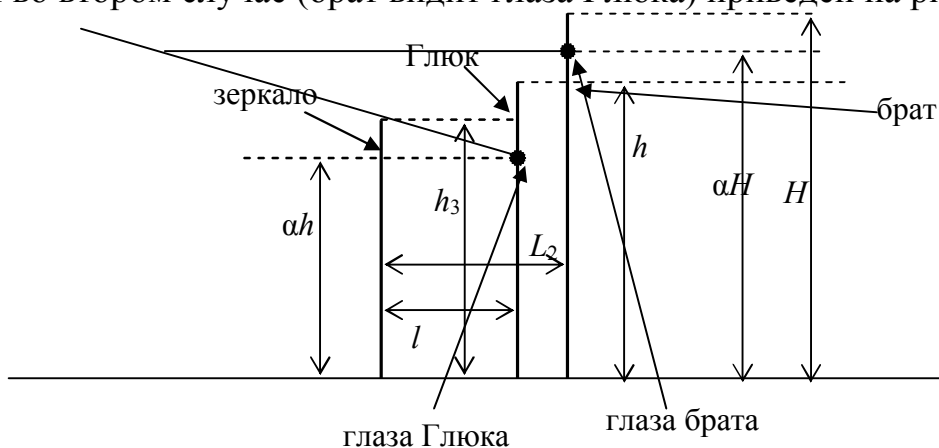


Рис. 22

Из него видно, что $\frac{L_2}{l} = \frac{\alpha H - h_3}{h - h_3}$ (3). Система уравнений (1)–(3) позволяет определить неизвестные: $h=160$ см, $h_3=155$ см, $\alpha=15/16$.

Ответ: 160 см.

Критерии оценивания

Показан ход лучей в первом случае	2
Записано соотношение (1)	1
Записано соотношение (2)	2
Показан ход лучей во втором случае	2
Записано соотношение (3)	2
Получен ответ	1

Рекомендации по проверке работ

Необходимо помнить, что олимпиада – это соревнование по решению нестандартных задач, а не по аккуратному выписыванию известных формул и определений. Основная задача, стоящая перед участником – получить конструктивным способом правильный ответ на заданный в условии вопрос. Поэтому при проверке большее внимание нужно обращать на результат решения задачи, а не на применяемый метод и степень гладкости и аккуратности его изложения.

Рекомендуется организовать проверку так, чтобы одну и ту же задачу во всех работах проверял один и тот же человек, в этом случае уверенность в том, что одинаковые решения будут оценены одинаковым числом баллов (а это основное требование к проверке), существенно выше. Идеальный вариант достигается, если каждый член жюри проверяет только одну задачу. Такая система не исключает, однако, обсуждения отдельных решений (как правило, нестандартных) всеми членами жюри.

Считаем необходимым напомнить, что "Порядок проведения Всероссийской олимпиады школьников по физике" не содержит требований к проценту выполнения работы, необходимому для получения статуса призера. Поэтому настоятельно рекомендуется присваивать в каждой параллели хотя бы одному участнику олимпиады статус призера.

При проверке необходимо придерживаться следующих правил:

0. Максимальная оценка за любую задачу 10 баллов. Если по прочтении критериев Вам кажется, что это не так, **обязательно** обратитесь к председателю жюри либо в методическую комиссию. **Вообще, рекомендуется обращаться в методическую комиссию при наличии вопросов по решениям или критериям.**

1. Абсолютно недопустимо снимать баллы за отсутствие в работе необязательных для получения ответа элементов, таких как запись краткого условия, проверка размерностей, перевод единиц измерения в одну систему и т.п.

2. Абсолютно недопустимо снимать баллы за "некрасивый" или нерациональный метод решения, в частности, за проведение вычислений не в общем виде. Любое полное правильное решение должно быть оценено полным баллом.

3. Не следует снимать баллы за отсутствие пояснений общеизвестных вещей (например, если участник пишет условие равенства суммы всех сил нулю,

но не указывает, что это второй закон Ньютона для покоящегося тела; или при записи условия плавания тела сразу пишет $\rho g V$, не уточняя, что это сила Архимеда), интуитивно понятных обозначений (если, например, в задаче всего два тела, движущихся равномерно, то не требуют специального пояснения обозначения v_1 и v_2), пропуск тривиальных этапов в решении (если второй закон Ньютона пишется сразу в проекциях на наклонную плоскость). Вообще рекомендуется не требовать слишком подробных пояснений: если Вы поняли, о чем идет речь и почему участник пишет эти формулы, не надо придирайтесь к тому, что они недостаточно пояснены.

4. Необходимо строго придерживаться указанных после каждой задачи критериев оценивания, при этом допускается выставление неполного балла. Так, если за запись некоторого уравнения ставится 3 балла, то имеет смысл за записанное с ошибкой уравнение ставить 0, 1 или 2 балла, в зависимости от того, насколько существенна эта ошибка.

5. Возможны ситуации, при которых *математическая* ошибка в одной из промежуточных формул приводит к тому, что все последующие тоже оказываются неверными, хотя физика задачи участником понята и логика решения верна (если, например, участник неправильно спроектировал второй закон Ньютона на оси, но дальнейшие преобразования сделал верно). В этом случае снимать баллы следует только за ту формулу, в которой первоначально была сделана ошибка. Т.е. если из формулы (1) получается формула (2), а из нее формула (3), причем формула (1) записана неверно, но (2) и (3) получены из нее корректно, то баллы за формулы (2) и (3) должны быть поставлены полностью. Это правило не действует для *физической* ошибки (если, например, участник записал второй закон Ньютона без одной из сил). В этом случае "обнуляются" все опирающиеся на неверную формулы.

6. Во всех случаях, кроме критерия "получен ответ", слова "найдена (получена) величина x " следует понимать как "найден численное значение величины x **либо** формула, выражающая ее через заданные в условии величины"

7. Если полученный ответ неверен (неважно, вследствие арифметических ошибок при расчете либо более ранних ошибок), выставлять по критерию "получен ответ" полный балл нельзя.

8. Приведенные критерии оценивания применяются для оценивания *частично неверных либо недостаточно обоснованных* решений. Любое верное и в

достаточной степени обоснованное решение необходимо оценивать в 10 баллов. Утверждения, обоснование которых должно присутствовать в решении в явном виде, обязательно упомянуты в критериях.

9. Указание размерности при промежуточных вычислениях не требуется. Если задача предполагает получение числового ответа в размерных величинах, то отсутствие указания размерности ответа должно *обязательно* приводить к снижению баллов в пределах, полагающихся в соответствии с критериями за получение ответа.

10. В случае, если представленное решение имеет существенно отличную от авторской логику, необходимо разработать систему оценивания, по возможности совпадающую с указанной в ключевых точках. Если же невозможно и это (большая просьба информировать методическую комиссию о столь нестандартных решениях), следует ориентироваться на следующие общие правила:

10 – задача решена правильно и все существенные моменты решения корректно объяснены.

8-9 – задача решена правильно, но некоторые существенные моменты решения объяснены недостаточно корректно, *либо* имеется числовая ошибка, не приведшая к очевидно неверному ответу¹.

6-7 – задача в целом решена правильно, но имеется алгебраическая ошибка, не приведшая к очевидно неверному ответу, *либо* явно недостаточны пояснения к решению, *либо* не рассмотрена одна из возможных ситуаций, оказавшаяся несущественной для решения.

4-5 – основная идея решения верна, но имеется ошибка, не позволившая ее развить, *либо* не рассмотрена одна из существенных для решения ситуаций, *либо* введены некорректные предположения, упростившие задачу, *либо* в правильном решении допущена арифметическая или алгебраическая ошибка, приведшая к очевидно неверному ответу.

2-3 – имеются правильные рассуждения, которые не могут привести к верному решению без использования дополнительных соображений.

1 – участник приступил к решению задачи, но *связанных с ней* здравых идей не предложил. Рекомендуется сюда же относить решения, ограничившиеся сделанным рисунком, а также сколь угодно длинные перечисления формул, не относящихся к данной задаче.

0 – участник не приступал к решению.

¹ То есть к ответу, неправильность которого очевидна без специальной проверки (скорость пули сравнима со скоростью света, или скорость пешехода превышает скорость автобуса, или размер зерна сравним с размером атома и т.п.), а также несовпадающему с искомой величиной по размерности.

11. В случае, если участник приступил к решению задачи (т.е. написал что-либо кроме краткого условия), но ни один указанный в критериях пункт не выполнил, нужно ставить 1 балл.

12. В случае, если в задаче записан только правильный ответ без комментариев относительно способа его получения, необходимо ставить 0 баллов.

13. Все записи, которые зачеркнуты участником, не проверяются и не оцениваются (даже если они верные).

14. Если в работе содержится несколько решений одной и той же задачи, и комментарии участника позволяют понять, какое из решений он считает верным, то оценивается только оно.

15. Если же при нескольких решениях невозможно понять, какое участник считает верным, то следует придерживаться следующих правил:

А. Если все решения верные (например, несколько различных способов решения), то оценивается наилучшее.

Б. Если среди решений есть как верные, так и неверные, то оценивается *наихудшее* решение.

16. По решению жюри черновики работ могут проверяться либо не проверяться, при этом принятое решение должно быть объявлено участникам до начала олимпиады. Если принято решение проверять черновики, то рекомендуется придерживаться следующих правил:

А. Если в чистовике имеется завершенное (неважно, верное или нет) решение задачи, то черновик этой задачи не оценивается, даже если бы в нем содержалось верное решение

Б. Если решение в чистовике не завершено, а в черновике содержится его продолжение, то оно оценивается как если бы оно было изложено в чистовике. При этом другие версии решения, содержащиеся в черновике, не оцениваются.

В. Если в чистовике решение задачи отсутствует, то проверяется черновик. Если при этом в черновике содержится несколько принципиально различных решений, то следует придерживаться приведенных выше для чистовика правил.

Составители настоящего пособия надеются, что им удалось избежать опечаток в *условиях* задач. В то же время они уверены, что в *решениях* задач опечатки, к сожалению, остались, и будут благодарны за указание на них. Эти сведения, а также любые вопросы по условиям и решениям задач авторы просят присылать Савину Алексею Владимировичу (см. контакты на с. 2).