Критерии оценивания олимпиадных работ по физике
(рекомендации для проверяющих)

Проверяя олимпиадную работу учащегося, будьте внимательны, объективны и доброжелательны.

При проверке олимпиадной работы руководствуйтесь критериями разбалловки, приведёнными ниже после решения каждой из задач. При этом проверяющий имеет право ставить неполный балл за действие, обозначенное в критериях, если оно выполнено учащимся частично.

Каждая задача (независимо от уровня сложности) оценивается из 10 баллов. Таким образом, за свою работу ученик может получить максимально 40 баллов (в 7-8 классах)

Имейте в виду, что предложенные учениками решения задач могут быть правильными, даже если эти решения кардинально отличаются от авторских! В этом случае рекомендуется придерживаться следующих критериев оценивания:

0 баллов – если ученик не приступал к решению задачи или приступил, но никаких разумных соображений не привёл;

3 балла – если ученик написал разумные соображения, уравнения и рисунки, но полную систему уравнений для решения задачи составить не смог;

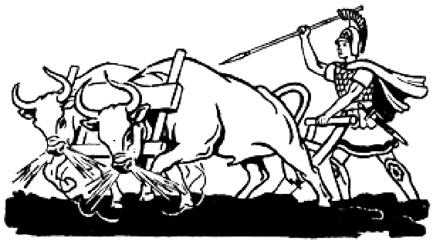
6 баллов – ученик понял физику решения, составил полную систему уравнений, необходимую для решения задачи, но довести решение системы до конца не смог;

9 баллов – ученик решил правильно задачу в общем виде (получил буквенный ответ), но сделал математические ошибки в окончательных вычислениях;

10 баллов – задача решена полностью (при этом способ решения, предложенный учеником, может кардинально отличаться от авторского).

7 класс
(условия задач и возможные решения)

7.1. Югер – мера площади, использовавшаяся у древних римлян. Это была площадь поля, которое можно вспахать за день парой волов. Первоначально югер равнялся 2519 м^2. Сможет ли пара неутомимых волов вспахать за 3 дня поле площадью 5 актусов. Как известно, актус – это квадрат со стороной в 12 децимпед, причем одна децимпеда равна 3,19 м.



Возможное решение

Выразим площадь поля, которую могут вспахать неутомимые волы за 3 дня:

$$S_0 = 3 \text{ югер} = 3 \ \cdot 2519 \text{ м}^2 = 7557\text{м}^2.$$

Выразим величину площади, равную одному актусу, в квадратных метрах:

$$S_1 = (12 \text{ децимпед})^2 = \ (12 \cdot 3{,}19\text{м})^2 \approx 1465{,}36 \text{ м}^2.$$

За три дня волы должны вспахать поле площадью 5 актусов:

$$S_2 = 5 \text{ актусов} = 5S_1 = 5 \cdot (12 \cdot 3{,}19\text{м})^2 \approx 7327 \text{ м}^2.$$

Сравним значения площадей:

$$S_0 > S_2.$$

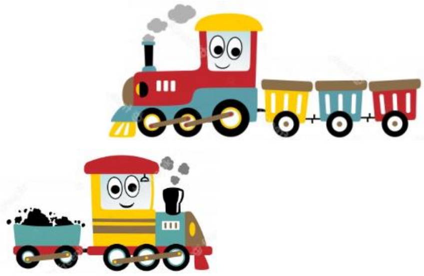
Следовательно, волы смогут выполнить поставленную задачу.

Ответ: смогут.

Возможные критерии оценивания

№	Действия	Количество баллов
1.	Выражена площадь поля S_0, которую могут вспахать волы за 3 дня	2
2.	Выражена величина площади $S_1 = 1$ актус в м^2	4
3.	Получено значение площади поля S_2, которое вспашут волы за 3 дня	2
4.	Проведено сравнение полученных величин S_0 и S_2 и получен ответ на поставленный вопрос	2
	Итого максимально за задачу	*10*

7.2. Пассажир, сидящий у окна в поезде *А*, движущегося со скоростью $v_1 = 72$ км/ч, видит встречный поезд *Б* в течение некоторого времени. Если оба поезда будут двигаться в одном направлении при неизменных скоростях, то время наблюдения пассажиром поезда *Б* увеличивается в три раза. Определите скорость v_2 поезда *Б*.



Возможное решение

Пусть l – длина поезда *Б*, v_1 и v_2 – скорости поездов *А* и *Б* соответственно.

При встречном движении поездов пассажир, сидящий в поезде А, видит поезд Б в течение времени

$$t_1 = \frac{l}{v_1 + v_2},$$

а при движении поездов в одном направлении – в течение времени

$$t_2 = \frac{l}{|v_2 - v_1|}.$$

По условию задачи $t_2 = 3t_1$, следовательно:

$$3|v_2 - v_1| = v_2 + v_1.$$

Если второй поезд движется быстрее первого, т.е. $v_2 > v_1$, то

$$3(v_2 - v_1) = v_2 + v_1,$$

тогда $v_2 = 2v_1 = 144$ км/ч.

Если быстрее движется первый поезд, $v_2 < v_1$, то

$$3(v_1 - v_2) = v_2 + v_1,$$

тогда $v_2 = \frac{1}{2}v_1 = 36$ км/ч.

Ответ: $v_2 = 144$ км/ч или $v_2 = 36$ км/ч.

Возможные критерии оценивания

№	Действия	Количество баллов
1.	Найдено время t_1, в течение которого пассажир поезда *А* видит поезд *Б* при встречном движении поездов	2
2.	Найдено время t_2, в течение которого пассажир поезда *А* видит поезд *Б* при движении поездов в одном направлении	2
3.	Получено соотношение между скоростями поездов v_2 и v_1	2
4.	Найдена скорость v_2 поезда *Б* в случае, если $v_2 > v_1$	2
4.	Найдена скорость v_2 поезда *Б* в случае, если $v_2 < v_1$	2
Итого максимально за задачу		*10*

7.3. Первую часть пути велосипедист ехал со скоростью в четыре раза меньшей средней путевой скорости, а вторую часть пути – со скоростью в восемь раз большей, чем на первом участке. Какое расстояние проехал велосипедист, двигаясь с наибольшей скоростью, если весь его путь $S = 35$ км.

Возможное решение

Из условия задачи следует, что с наибольшей скоростью велосипедист двигался на второй части своего пути.

Пусть S_2 – длина второго участка пути, тогда время движения на этом участке:

$$t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{S_2}{8v_1} = \frac{S_2}{2v_{\text{ср}}} \tag{1}$$

Обозначим длину первого участка пути S_1, тогда время движения на этом участке:

$$t_1 = \frac{S_1}{v_1} = \frac{4(S - S_2)}{v_{\text{ср}}} \tag{2}$$

Время движения велосипедиста на всём пути:

$$t = \frac{S}{v_{\text{ср}}} \tag{3}$$

$$t = t_1 + t_2 \tag{4}$$

Решая систему уравнений (1) – (4), получим искомую величину:

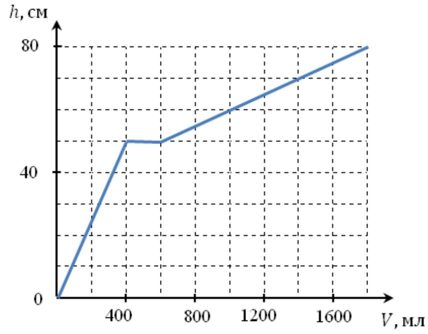
$$S_2 = \frac{6}{7}S = \frac{6}{7} \cdot 35 \text{ км} = 30 \text{ км}.$$

Ответ: с наибольшей скоростью велосипедист проехал расстояние $S_2 = 30$ км.

Возможные критерии оценивания

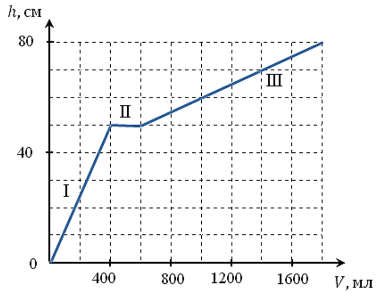
№	Действия	Количество баллов
1.	Определен участок пути при движении с наибольшей скоростью	1
2.	Найдено время движения велосипедиста на втором участке t_2	1
3.	Найдено время движения велосипедиста на первом участке t_1	2
4.	Найдено время движения на всем пути t (через среднюю скорость)	1
5.	Найдено время движения на всем пути $t = t_1 + t_2$	1
6.	Получено выражение для расстояния S_2, пройденного с наибольшей скоростью	3
7.	Получено числовое значение S_2	1
	Итого максимально за задачу	*10*

7.4. Два высоких цилиндрических сосуда A и $Б$ соединены на некоторой высоте тонкой горизонтальной трубкой и расположены рядом на горизонтальном столе. Первоначально сосуд A частично заполнен водой, а сосуд $Б$ пуст. В сосуд $Б$ медленно наливают воду. Зависимость высоты уровня воды в этом сосуде от объёма налитой в него жидкости представлена на графике (см. рис.). На какой высоте h находится соединительная трубка? Во сколько раз отличаются площади сечений сосудов? Какой объём воды V_0 был изначально в сосуде A? Объемом соединительной трубки пренебречь.



Возможное решение

На представленном графике можно выделить три участка: I, II и III (см. рис.). Участок I графика соответствует заполнению пустого сосуда $Б$ до уровня соединительной трубки. Следовательно, искомая высота h равна 50 см. По данным графика находим площадь поперечного сечения сосуда $Б$:



$$S_1 = \frac{\Delta V_1}{\Delta h_1} = \frac{400\ \text{мл} - 0\ \text{мл}}{50\ \text{см} - 0\ \text{см}} = \frac{400\ \text{см}^3}{50\ \text{см}} = 8\text{см}^2 \qquad (1)$$

Участок III графика соответствует заполнению обоих сосудов. Используя данные графика,

$$S_1 + S_2 = \frac{\Delta V_2}{\Delta h_2} = \frac{1800\ \text{мл} - 600\ \text{мл}}{80\ \text{см} - 50\ \text{см}} = 40\text{см}^2 \qquad (2)$$

Разделив уравнение (2) на уравнение (1), найдем отношение этих площадей:

$$\frac{S_1 + S_2}{S_1} = 5, \text{ откуда получаем } S_2 = 4S_1 \text{ или } \frac{S_2}{S_1} = 4.$$

На участке II вода объемом $\Delta V = 200$ мл переливается в частично заполненный сосуд A сечением S_2. В конце участка II высота воды в обоих сосудах будет одинакова, а объем воды в сосуде A будет в 4 раза больше, чем объем воды, находящейся в этот момент в сосуде $Б$, тогда:

$$V_2 = 4 \cdot \Delta V_1 = 4 \cdot 400\ \text{мл} = 1600\ \text{мл}.$$

Учитывая, что $V_2 = V_0 + \Delta V$, находим первоначальный объем воды в сосуде A:

$$V_0 = V_2 - \Delta V = 1600\ \text{мл} - 200\ \text{мл} = 1400\ \text{мл} = 1{,}4\ \text{л}$$

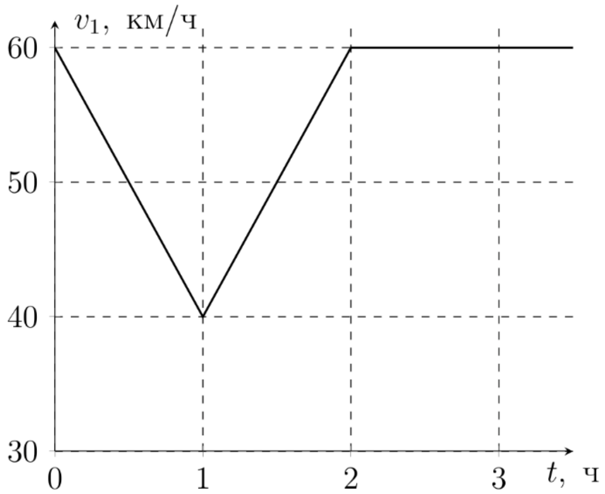
Ответ: $h = 50$ см; $\frac{S_2}{S_1} = 4$; $V_0 = 1{,}4$ л.

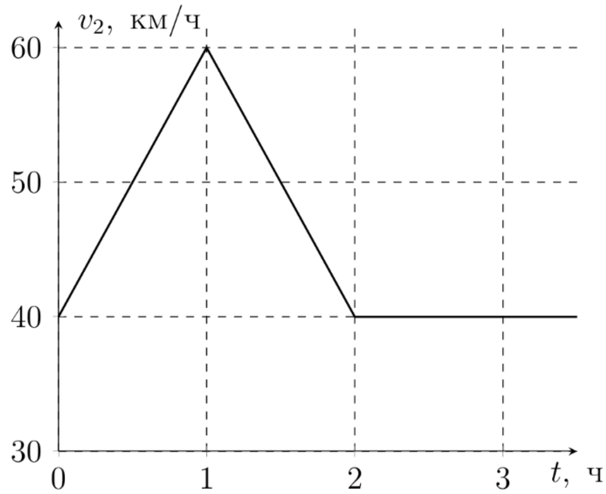
Возможные критерии оценивания

№	Действия	Количество баллов
1.	Указано, что на участке II идет перелив воды в сосуд A	1
2.	Определена высота расположения соединительной трубки h	1
2.	Найдена площадь поперечного сечения S_1 сосуда $Б$	1
3.	Указано, что на участке III происходит заполнение обоих сосудов.	1
4.	Определена сумма площадей поперечных сечений сосудов A и $Б$:	1
5.	Получено отношение площадей $\frac{S_2}{S_1}$	2
6.	Указано, что объём всей налитой до уровня соединительной трубки воды в сосуде A в 4 раза больше, чем в сосуде $Б$	1
7.	Найден первоначальный объём воды V_0 в сосуде A	2
Итого максимально за задачу		*10*

8 класс
(условия задач и возможные решения)

8.1. Из двух городов, расположенных на расстоянии $L = 150$ км один от другого и соединённых прямой дорогой, в 12:00 навстречу друг другу выехали два автомобиля. Графики зависимости их скоростей от времени представлены на рисунке. Определите время встречи автомобилей и времена прибытия каждогом из них в другой город.





Возможное решение

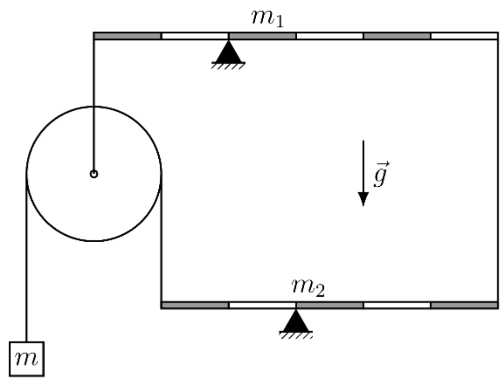
Из графиков видно, что скорость сближения автомобилей всегда равна $v_{сбл}$ = 100 км/ч. Отсюда следует, что автомобили встретятся через время $t = \frac{L}{v_{сбл}} = 1{,}5$ ч, т.е. встреча произойдёт в 13:30.

В течение первых двух часов движения автомобили двигаются со средней скоростью $v_{ср}$ = 50 км/ч каждый. За это время каждый из них проезжает расстояние $L_1 = 100$ км. На остаток пути первый автомобиль затратит $t_1 = \frac{L-L_1}{v_1} = \frac{50}{60}$ ч $= 50$ мин. Таким образом, он прибудет во второй город в 14:50. Аналогично рассуждая, можно найти время прибытия в первый город второго автомобиля равное 15:15.

Ответ: искомое время встречи: 13:30, время прибытия первого автомобиля: 14:50, второго – 15:15.

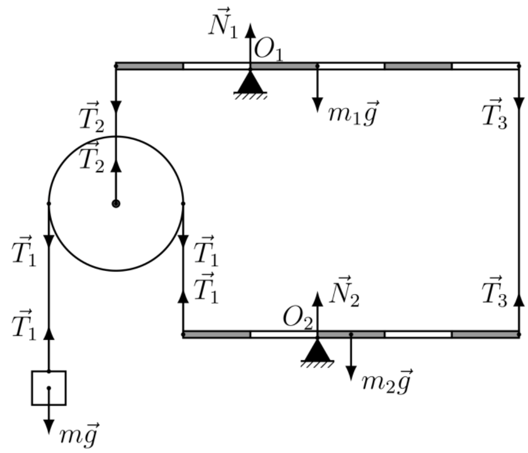
Возможные критерии оценивания

№	Действия	Количество баллов
1.	Найдено время встречи	4
2.	Найдено время прибытия первого автомобиля	3
3.	Найдено время прибытия второго автомобиля	3
	Итого максимально за задачу	*10*



8.2. Система, изображённая на рисунке, состоящая из однородных стержней, трех нитей, невесомого блока и груза, находится в равновесии. Для удобства рычаги размечены на одинаковые части. Все нити вертикальны. Масса верхнего стержня m_1 = 6 кг, нижнего – m_2 = 5 кг. Найдите массу m груза.

Возможное решение



Пусть l – длина одного участка стержня. Силы, действующие на стержни и груз показаны на рисунке.

Запишем условие равновесия верхнего стержня (уравнение моментов относительно точки O_1):

$$T_2 \cdot 2l - m_1 g \cdot l - T_3 \cdot 4l = 0. \quad (1)$$

Запишем условие равновесия для нижнего стержня (уравнение моментов относительно точки O_2):

$$T_3 \cdot 3l - T_1 \cdot 2l - m_2 g \cdot 0{,}5l = 0. \quad (2)$$

Из условия равновесия груза получается, что:

$$T_1 = mg. \quad (3)$$

А из условия равновесия блока:

$$T_2 = 2T_1 = 2mg. \quad (4)$$

Решая полученную систему уравнений (1) – (4), находим:

$$m = \frac{3m_1 + 2m_2}{4}$$

Ответ: искомая масса $m = \frac{3m_1+2m_2}{4}$.

Возможные критерии оценивания

№	Действия	Количество баллов
1.	Записано уравнение моментов относительно точки O_1	2
2.	Записано уравнение моментов относительно точки O_2	2
3.	Силы T_1 и T_2 выражены через массу груза	2
4.	Найдена искомая масса m	4
Итого максимально за задачу		*10*

8.3. Для того чтобы удерживать тело полностью погруженным в керосин, требуется сила по модулю в два раза большая, чем для удержания его в воде. В обоих случаях тело не касается стенок и дна сосуда. Определите плотность ρ тела. Плотность керосина $\rho_к$ = 800 кг/м^3, воды $\rho_в$ = 1000 кг/м^3.

Возможное решение

Для удержания тела в воде нужно прикладывать силу, модуль которой равен

$$F_в = |mg - F_{Ав}|,$$

а в керосине – силу

$$F_к = |mg - F_{Ак}|,$$

где m – масса тела, V – его объём; $m = \rho V$; $F_{Ав} = \rho_в g V$, $F_{Ак} = \rho_к g V$

По условию задачи $F_к = 2F_в$ и мы приходим к уравнению:

$$|\rho - \rho_к| = 2|\rho - \rho_в|. \qquad (1)$$

Решая это уравнение, необходимо рассмотреть три возможных случая:

1) $\rho < \rho_к$; 2) $\rho_к < \rho < \rho_в$; 3) $\rho > \rho_в$.

В случае 1) решение уравнения (1) имеет вид $\rho = 2\rho_в - \rho_к = 1200$ кг/м^3, что противоречит предположению $\rho < \rho_к$.

В случае 2) решение уравнения (1) имеет вид

$$\rho = \frac{2\rho_в + \rho_к}{3} = 933\,\frac{кг}{м^3},$$

что соответствует предположению $\rho_к < \rho < \rho_в$.

И, наконец, в случае 3) имеем

$$\rho = 2\rho_в - \rho_к = 1200\,\frac{кг}{м^3},$$

что соответствует предположению $\rho > \rho_в$.

Ответ: возможны два значения искомой плотности: $\rho = \frac{2\rho_в + \rho_к}{3} = 933$ кг/м^3

и $\rho = 2\rho_в - \rho_к = 1200$ кг/м^3.

Возможные критерии оценивания

№	Действия	Количество баллов
1.	Записано выражение массы через объём и плотность ($m = \rho V$)	1
2.	Записаны выражения для сил Архимеда в воде и керосине	1
3.	Рассмотрено равновесие тела в воде и получена формула $F_в = \|mg - F_{Ав}\|$	1
4.	Рассмотрено равновесие тела в керосине и получена формула $F_к = \|mg - F_{Ак}\|$	1
5.	Указано на три возможных случая	3
6.	Выражена искомая плотность в каждом из случаев	2
7.	Получены численные результаты	1
	Итого максимально за задачу	*10*

8.4. Три одинаковых калориметра наполовину заполнены водой каждый. Температура воды в первом калориметре равна t_1 = 20 °C, во втором t_2 = 60 °C, а в третьем t_3 = 80 °C. Часть содержимого второго калориметра выливают в первый и там устанавливается температура $t_{к1}$ = 30 °C. Какая температура установится в третьем калориметре, если в него перелить остатки воды из второго калориметра? Теплоёмкостью калориметров, теплообменом с окружающей средой и испарением воды пренебречь.

Возможное решение

Пусть V – начальный объём воды в калориметрах. Так как калориметры заполнены наполовину, то при переливаниях вода не будет выливаться из калориметров.

Обозначим за x долю воды перелитой из второго калориметра в первый. Запишем уравнение теплового баланса при первом переливании:

$$c\rho V(t_{к1} - t_1) + c\rho x V(t_{к1} - t_2) = 0. \qquad (1)$$

Отсюда можно найти долю перелитой воды:

$$x = \frac{t_{к1} - t_1}{t_2 - t_{к1}} = \frac{1}{3}.$$

Значит из второго калориметра в третий перелили 2/3 содержимого.

Запишем уравнение теплового баланса при втором переливании:

$$c\rho V(t_{к3} - t_3) + c\rho \frac{2}{3} V(t_{к3} - t_2) = 0. \qquad (2)$$

Отсюда нетрудно выразить конечную температуру в третьем калориметре:

$$t_{к3} = \frac{3}{5}\left(t_3 + \frac{2}{3}t_2\right) = 72°\text{C}.$$

Ответ: конечная температура в третьем калориметре $t_{к3} = \frac{3}{5}\left(t_3 + \frac{2}{3}t_2\right) = 72°\text{C}$

Возможные критерии оценивания

№	Действия	Количество баллов
1.	Записано уравнение теплового баланса при первом переливании	3
2.	Найдена доля перелитой воды	1
3.	Записано уравнение теплового баланса при втором переливании	3
4.	Выражена конечная температура в третьем калориметре	2
5.	Получен численный ответ	1
Итого максимально за задачу		*10*