8 класс

Задача 1. Максимум через минимум. На рис. 1 приведен график зависимости координаты движущегося тела от времени движения. К сожалению, масштаб по осям оказался утерян. Но сохранилась информация, что по ходу движения максимальное значение средней путевой скорости на 20 м/с превышало ее минимальное значение. Определите, с какой максимальной скоростью $\upsilon_{\max}$ двигалось тело. Движение тела происходило вдоль одной прямой.

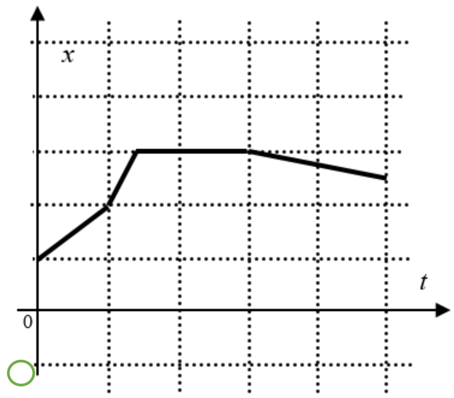


Рис. 1

Примечание: средняя путевая скорость – отношение всего пройденного пути ко всему времени движения (включая остановки).

Возможное решение (Замятнин М.). Преобразуем исходный график в зависимость пути l от времени t. Для этого сместим на одну клетку вверх ось времени и зеркально (относительно горизонтальной оси, совпадающей с участком графика $x = \text{const}$) отобразим участок, на котором координата уменьшается (рис. 2).

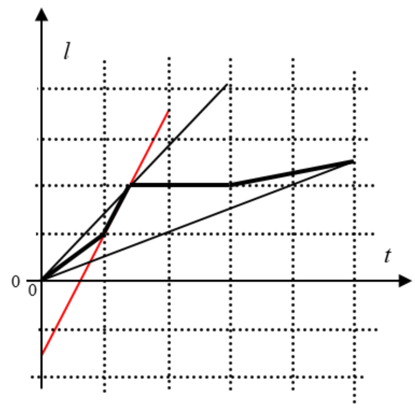


Рис. 2

Средняя скорость тела в произвольный момент времени движения однозначно связана с угловым коэффициентом наклона прямой, проведенной из начала координат в соответствующую точку графика. Следовательно, прямые, имеющие наибольший и наименьший угол наклона, проведенные из начала координат и касающиеся полученного графика, определяют максимальную и минимальную среднюю скорость тела.

Пусть цена деления на оси пути l_0, а на оси времени τ. Тогда через них можно выразить максимальную и минимальную среднюю скорость: $\bar{\upsilon}_{\max} = 3l_0/(2\tau)$, $\bar{\upsilon}_{mim} = l_0/(2\tau)$.

Тело двигалось быстрее всего на втором участке, так как соответствующий участок графика имеет наибольший угол наклона: $\upsilon_{\max} = 5l_0/(2\tau)$. По условию $\bar{\upsilon}_{\max} - \bar{\upsilon}_{mim} = l_0/\tau =$ 20 м/с, следовательно, $\upsilon_{\max} = (5/2)(l_0/\tau)$ =50 м/с. (допустимый разброс значений от 40 до 60 м/с)

Критерии оценивания

1) Установлена связь средней скорости с углом наклона прямых, проведенных из начала координат на графике зависимости пути от времени **2 балла**

1. Построен график зависимости **пути** от времени **2 балла**
2. Найдены точки, в которых средняя скорость максимальна и минимальна **2 балла**

18 января, на портале **http://abitu.net/vseros** *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*
Для участия в разборе необходимо зарегистрироваться на портале **http://abitu.net/vseros**

3. Найден участок, на котором скорость тела максимальна **2 балла**
4. Получено численное значение максимальной скорости **2 балла**

18 января, на портале **http://abitu.net/vseros** *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*
Для участия в разборе необходимо зарегистрироваться на портале **http://abitu.net/vseros**

Задача 2. Ограниченное равновесие! На двух нитях висит однородный стержень массы *M*. К его левому краю прикреплена нить, перекинутая через подвижный блок, который удерживает груз (рис. 1). При каких значениях массы *m* этого груза система будет находиться в равновесии. Массой блока и нитей можно пренебречь. Отметки на стержне делят его на семь равных частей.

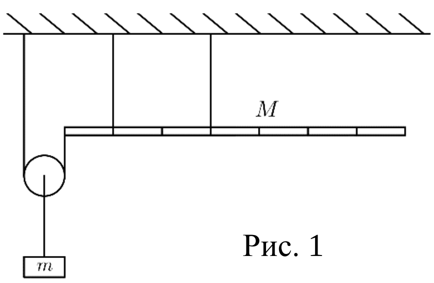


Рис. 1

Возможное решение (Юдин И.). Обозначим через l длину одного фрагмента стержня. Если масса груза будет слишком большой, то стержень начнёт поворачиваться вокруг точки крепления к левой нити. Условие равновесия стержня найдём по правилу моментов (относительно этой точки):

$$\frac{m_A g}{2} l = Mg \cdot 2{,}5l . \quad \text{Отсюда} \quad m_A = 5M .$$

Если масса груза будет слишком мала, то стержень начнёт поворачиваться вокруг точки крепления к правой нити. Условие равновесия стержня найдём по правилу моментов (относительно этой точки):

$$\frac{m_B g}{2} 3l = Mg \cdot 0{,}5l . \quad \text{Отсюда} \quad m_B = M/3 .$$

Таким образом, система будет находиться в равновесии при условии:

$$M/3 \le m \le 5M .$$

Критерии оценивания

1)	Применено правило моментов относительно одной из точек крепления стержня (по 2 балла за каждую из двух точек)	**4 балла**
2)	Найдено ограничение массы груза «сверху»	**2 балла**
3)	Найдено ограничение массы груза «снизу»	**2 балла**
4)	Записано итоговое неравенство	**2 балла**

18 января, на портале **http://abitu.net/vseros** *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*
Для участия в разборе необходимо зарегистрироваться на портале **http://abitu.net/vseros**

Задача 3. Шарик на нити. Легкий цилиндрический сосуд с жидкостью стоит на двух симметричных опорах. Над одной из них внутри сосуда привязан к дну полностью погруженный в жидкость шарик объемом $V = 10$ см^3 и плотностью $\rho = 500$ кг/м^3 (рис. 1). Плотность жидкости в сосуде равна $\rho_0 = 1\,200$ кг/м^3. Найдите модуль разности сил реакции опор.

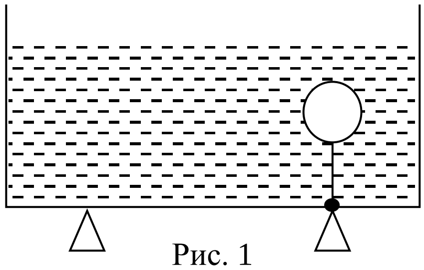


Рис. 1

Возможное решение (Замятнин М.). Расставим силы, действующие на сосуд: F – сила давления на дно, действующая со стороны воды, T – сила натяжения нити, N_1 и N_2 – силы реакций опор (рис. 2).

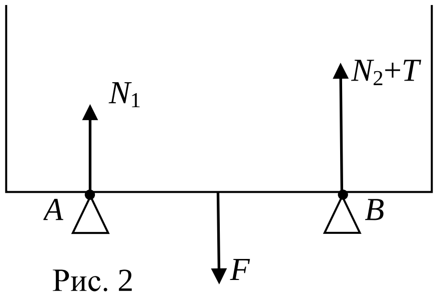


Рис. 2

Запишем правило моментов относительно точки А:

$$(N_2 + T)2l = Fl.$$

Запишем правило моментов относительно точки В:

$$N_1 2l = Fl.$$

$F = \rho_0 gHS = \rho_0 g\left(\frac{m}{\rho_0} + V\right)$, где H – уровень воды в сосуде, S – площадь поперечного сечения сосуда, m – масса воды в сосуде.

Запишем условие равновесия для шарика:

$$T + \rho Vg = \rho_0 Vg. \qquad (*)$$

Решая систему получим:

$$N_1 = \frac{mg + \rho_0 Vg}{2};$$

$$N_2 = \frac{gV(2\rho - \rho_0) + mg}{2}.$$

Решая полученную систему уравнений, найдём: $N_1 - N_2 = (\rho_0 - \rho)Vg = 70$ мН.

Возможное решение (2). Если для правила моментов в качестве полюса взять точку приложения силы F, то уравнения упрощаются (в частности, не нужно искать силу F).

$N_1 l = (N_2 + T)l$, откуда $N_1 - N_2 = t$. С учётом уравнения (*) получим искомое уравнение.

Критерии оценивания (1)

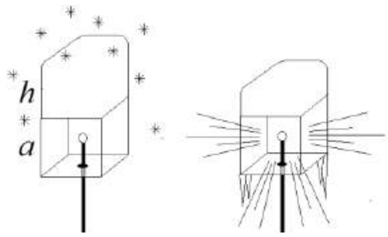
1)	Записано правило моментов относительно полюса (A)	**1 балл**
2)	Записано правило моментов относительно полюса (B)	**1 балл**
3)	Записано условие равновесия для шарика	**1 балла**
4)	Получено выражение для силы F	**2 балла**
5)	Найдена реакция опоры N_1	**2 балла**
6)	Найдена реакция опоры N_2	**2 балла**
7)	Получен ответ	**1 балл**

18 января, на портале **http://abitu.net/vseros** *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*
Для участия в разборе необходимо зарегистрироваться на портале **http://abitu.net/vseros**

Критерии оценивания (2)

1)	Записано правило моментов относительно точки приложения силы F	**3 балла**
2)	Из этого уравнения получено выражение на $N_1 - N_2$	**2 балла**
3)	Записано уравнение (*)	**3 балл**
4)	Получен ответ (формула и число)	**2 балла**

18 января, на портале **http://abitu.net/vseros** *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*
Для участия в разборе необходимо зарегистрироваться на портале **http://abitu.net/vseros**



День Рис. 1

Задача 4. Уличный фонарь. Уличный фонарь представляет собой прозрачный куб ребром $a = 20$ см, в центр которого помещена небольшая лампочка мощностью $P = 100$ Вт. После снегопада на фонаре появилась "шапка" из снега высотой $h = a$. Наступила оттепель. Температура воздуха установилась около 0 ^{0}C. За темное время суток ($\tau = 10$ часов), пока светил фонарь, "шапка" наполовину растаяла (рис. 1). Считая, что снег отражает примерно $\alpha = 90\%$ света, определить его пористость ε (пористость снежного пласта равно отношению объёма, занятого воздухом, к общему объёму снежного пласта). Удельная теплота плавления льда $\lambda = 335$ кДж/кг, плотность льда $\rho = 900$ кг/м^3. Считать снежную "шапку" непрозрачной.

Возможное решение (Бабинцев В.). Шестая часть энергии лампы попадает на снег. Десятая часть энергии, попавшей на снег, поглощается и идет на плавление снега.

$$Q = \frac{1-\alpha}{6} P\tau = m\lambda.$$

Отсюда масса расплавившегося льда (снега) в "шапке"

$$m = \frac{(1-\alpha)P\tau}{6\lambda} = \frac{0{,}1 \cdot 100\text{Вт} \cdot 36000\text{ с}}{6 \cdot 335000\text{Дж/кг}} = 0{,}18\text{ кг}.$$

Тогда объём воздуха в расплавившейся части "шапки"

$$V_0 = \frac{a^2 h}{2} - \frac{m}{\rho} = \frac{a^2 h}{2} - \frac{(1-\alpha)P\tau}{6\lambda\rho} = (4 - 0{,}2) \cdot 10^{-3}\text{м}^3.$$

Пористость по определению

$$\varepsilon = \frac{V_0}{a^2 h/2} = 1 - \frac{0{,}2}{4} = 0{,}95.$$

Критерии оценивания

1) Отмечено, что **шестая** часть энергии лампы попадает на снег «шапки» **2 балла**
2) Подсчитана энергия, которая расходуется на плавление снега «шапки» **2 балла**
3) Подсчитана масса снега в расплавившейся части «шапки» **2 балла**
4) Найден объем воздуха в расплавившейся части «шапки» **2 балла**
5) Подсчитана пористость снега **2 балла**

18 января, на портале **http://abitu.net/vseros** *будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени): 7 класс – 11.00; 8 класс – 12.00; 9 класс – 13.00; 10 класс – 14.30; 11 класс – 16.00.*
Для участия в разборе необходимо зарегистрироваться на портале **http://abitu.net/vseros**