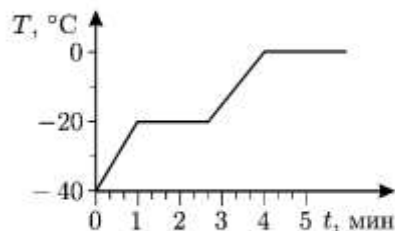


**Интеллектуальный марафон школьников города Челябинска
Физика. Очный тур
8 класс**

Задача № 1. «Неизвестное вещество»

Автор: Рогальский Юрий Константинович

В теплоизолированный сосуд с нагревателем внутри поместили $m_l = 1$ кг льда и $m_v = 1$ кг легкоплавкого вещества, не смешивающегося с водой. Изначально вода и вещество находятся при температуре -40 °С. В некоторый момент времени включают нагреватель, выделяющий постоянную мощность. Зависимость температуры в сосуде от времени показана на рисунке. Удельная теплоемкость льда $C_l = 2100$ Дж/(кг·°С), а удельная теплоемкость легкоплавкого вещества в твердом состоянии равна $C_{вт} = 1000$ Дж/(кг·°С). Используя график определите удельную теплоту плавления вещества λ и его удельную теплоемкость $C_{вж}$ в жидком (расплавленном) состоянии.



Возможное решение и критерии оценивания:

Мощность нагревателя (N) определяется по участку нагревания от -40 °С до -20 °С за первые 60 с нагревания:

$$N \cdot 60 = (C_l m_l + C_{вт} m_v) \cdot 20, \text{ откуда } N = 1 \text{ кВт.}$$

Удельную теплоту плавления вещества λ определяем по времени плавления ($t_{пл} = 100$ с):

$$N \cdot t_{пл} = m_v \cdot \lambda, \text{ откуда } \lambda = 100 \text{ кДж/кг.}$$

Удельную теплоемкость металла в жидком состоянии $C_{мж}$ находим из графика за следующие 80 с нагревания от -20 °С до 0 °С:

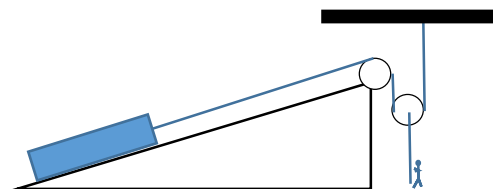
$$N \cdot 80 = (C_l m_l + C_{мж} m_v) \cdot 20, \text{ откуда } C_{мж} = 1900 \text{ Дж/(кг·°С).}$$

№	Критерий	Баллы
1	$Q = Nt$	1 балл
2	$(m_l C_l + m_v C_{вт}) \Delta T = Nt_1$	1 балл
3	$\Delta T = 20$ °С	1 балл
4	$t_1 = 60$ с	1 балл
5	$N = 1$ кДж	1 балл
6	$Nt_{пл} = m_v \lambda$	1 балл
7	$T_{пл} = 100$ с	1 балл
8	$\lambda = 100$ кДж/кг	1 балл
9	$Nt_2 = (m_l C_l + m_v C_{вж}) \Delta T_2$	1 балл
10	$C_{вж} = 1900$ Дж/(кг·°С)	1 балл

Задача №2. «Строим пирамиду»

Автор: Карманов Максим Леонидович

В Древнем Египте для подъема больших каменных плит на определенную высоту использовалось устройство, схема которого изображена на рисунке. Каменную плиту затащивали на необходимую высоту по наклонной плоскости с помощью веревки, проходящей через подвижный блок. Один конец веревки привязывался к затаскиваемой каменной плите, а второй конец крепился к неподвижной горизонтальной балке. Подвижный блок тянут вниз рабочие, прикладывая к нему силу 3000 Н. Под действием этой силы плита равномерно движется вверх по наклонной плоскости. Высота наклонной плоскости - 10 м, длина - 50 м. Масса плиты равна 300 кг. Определите силу натяжения веревки, привязанной к плите, и КПД данного подъемного устройства.



Возможное решение и критерии оценивания:

По определению КПД равен отношению полезной работы к затраченной. Полезная работа состоит в подъеме тела массой 300 кг на высоту 10 м. $A_{\text{пол}} = mgh = 300 \cdot 10 \cdot 10 = 30\,000$ Дж.

Затраченная работа – это работа, которую совершили рабочие. Рабочие прикладывали силу 3 000 Н, при этом если плита переместилась на 50 метров, то слева от неподвижного блока высвободился кусок веревки длиной 50 метров, соответственно длина куска веревки справа от неподвижного блока должна была увеличиться на 50 метров, а для этого подвижный блок должен был опуститься вниз на 25 метров. Значит рабочие совершили работу $A_{\text{затр}} = 3000 \cdot 25 = 75\,000$ Дж.

$$\text{КПД} = A_{\text{пол}} / A_{\text{затр}} = 0,4 = 40\%$$

Так как подвижный блок – это идеальный простой механизм, то он не дает выигрыш в работе. Значит выигрыш в расстоянии равен проигрышу в силе. В расстоянии за счет блока выиграли в два раза, значит в силе в два раза проиграли, значит сила натяжения нити, привязанной к плите равна 1500 Н.

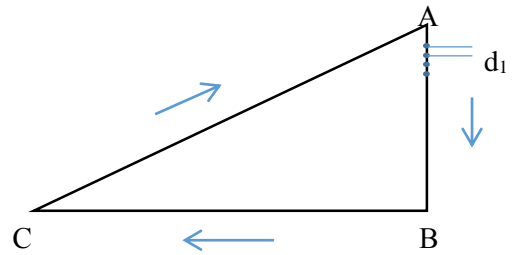
Из данных этой задачи следует, что используемая наклонная плоскость не является идеальным простым механизмом. Наличие силы трения между плитой и горкой снижает КПД наклонной плоскости от 100% до 40%.

- Определение КПД – 1 балл
- Расчет полезной работы – 2 балла
- Правильное понимание того, что такое затраченная работа – 2 балла
- Расчет затраченной работы – 1 балл
- Численное значение КПД - 1 балл
- Расчет силы натяжения нити - 3 балла

Задача №3. «Тренировка лыжников»

Автор: Иоголевич Иван Александрович

Группа лыжников тренируется на горном склоне. Трасса имеет форму прямоугольного треугольника, стороны которого $AB = 300$ м, $BC = 400$ м, $CA = 500$ м. На каждом участке все лыжники движутся с одинаковой постоянной скоростью (при этом, для разных участков скорость различна). На участке AB лыжники движутся вниз со скоростью $V_1 = 6$ м/с, участок BC – горизонтальный, на участке CA лыжники движутся вверх со скоростью $V_3 = 2$ м/с. Известно, что на участке AB расстояние между любыми соседними лыжниками равно $d_1 = 6$ м. Каким будет расстояние между соседними лыжниками на участке CA ? С какой скоростью V_2 движутся лыжники по участку BC , если на прохождение первой половины трассы (от точки A) они затрачивают на две с половиной минуты меньше, чем на прохождение второй половины?



Возможное решение и критерии оценивания:

1. Пусть первый лыжник прошел какую-то отметку на отрезке AB . Тогда следующий за ним лыжник пройдет эту отметку через промежуток времени $t_0 = \frac{d_1}{v_1} = 1$ с. Так как все лыжники движутся с одинаковыми скоростями на каждом из участков, то и при прохождении участка CA «отставание» в 1 секунду между соседними лыжниками сохранится. Тогда дистанция $d_3 = v_3 \cdot t_0 = 2$ м. **(4 балла)**
2. Участок AB лыжник проходит за время $t_1 = \frac{AB}{v_1} = 50$ с. Участок CA лыжник проходит за время $t_3 = \frac{CA}{v_3} = 250$ с. Длина всей трассы равна $AB+BC+CA=1200$ м, длина половины трассы равна 600 м. Следовательно, «середина» трассы M находится на расстоянии 300 м от точки B , и на расстоянии 100 м от точки C . Время прохождения участка BM больше времени прохождения участка MC на $\Delta t = \frac{BM-MC}{v_2}$. С другой стороны, по условию задачи $t_3 - t_1 - \Delta t = 2,5$ мин = 150 с. Таким образом, $v_2 = \frac{BM-MC}{\Delta t} = \frac{200\text{ м}}{50\text{ с}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. **(6 баллов)**

Задача №4. «Самодельные весы»

Автор: Фокин Андрей Владимирович

В олимпиаде по физике принимает участие большое число школьников. К сожалению, всех участников олимпиады мы не можем обеспечить весами, которые нужны для выполнения этого задания. Поэтому, мы предлагаем Вам самостоятельно изготовить весы из листа картона. Внешний вид весов изображен на картинке. Используя лист картона, изготовьте такие весы и проградуируйте их (нанесите на них шкалу в граммах). Используя только созданные вами весы, определите массу канцелярской кнопки.



Картонную полосу с делениями приложите к работе.

Оборудование. Лист картона, листа офисной бумаги А4 (плотность бумаги 80 г/м²), отрезок нити длиной около 20 см, булавка, 3 канцелярские кнопки, деревянная линейка 40 см, ножницы (по требованию).

Возможное решение и критерии оценивания:

1. Изготовим весы, подобные тем, что изображены на рисунке. При конструировании весов необходимо учитывать, что изгиб должен быть упругим, т.е. указатель после снятия нагрузки должен возвращаться на нулевое деление. В качестве подвеса для взвешиваемых тел используем нитку, которую проденем и закрепим в отверстии на указателе. В авторском решении длина указателя была равна 11 см, его ширина 2,7 см. Указатель крепился к линейке двумя кнопками, как показано на рисунке к задаче. При этом смещение указателя при изменении массы нагрузки на 100 мг составляло ~6 мм, что довольно хорошо для подобных измерений.
2. Лист формата А4 имеет массу 5 г. Из него изготовим разновесы, масса которых равна, например, 0,1 г = 100 мг. Такая масса соответствует полосе 210х6 мм²=12,6 см². Проградуируем с их помощью весы до массы в 1 г.
3. Используя проградуированные весы, определим массу канцелярской кнопки. Авторский (эталонный) результат 0,3 г. Для удобства крепления кнопки можно слегка загнуть ее острую часть.

№	Пункт разбалловки	Баллы
1	Изготовление весов	7
	Описание конструкции весов	1
	Подбор оптимальной ширины и длины указателя	2
	Описана конструкция подвеса для закрепления взвешиваемых тел	1
	Описана и проведена процедура градуировки весов с помощью разновесов из бумаги	3
2	Определение массы кнопки:	3
	Если результат взвешивания кнопки отличается от эталонного результата не более чем на 10% (масса кнопки 0,3 г)	3
	Если результат взвешивания кнопки отличается от эталонного результата не более чем на 15%	2
	Если результат взвешивания отличается от эталонного результата более чем на 20%	1
	В других случаях	0
	Итого:	10