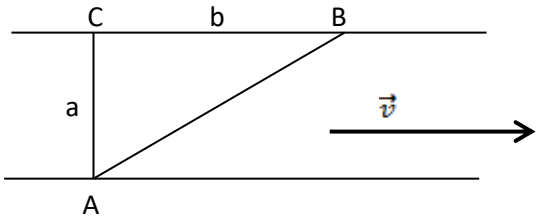
Всероссийская олимпиада школьников по физике
Муниципальный этап
2024/25 учебный год
Решение
10 класс

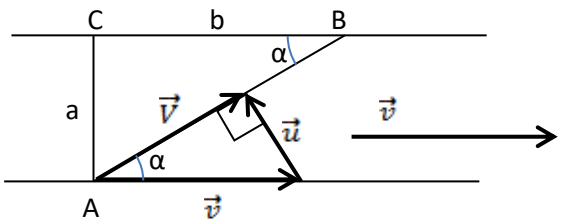
Задача 1

Человек на лодке переплывает реку, двигаясь вдоль отрезка AB. Расстояние вниз по течению реки CB=b=100 м. Скорость течения реки v=5 м/с. Лодка движется с наименьшей возможной относительно воды скоростью u=3 м/с. Чему равна ширина реки AC=a?



Критерии оценивания
1. Построен треугольник скоростей, где u⊥AB – 3 балла
2. Составлено уравнение, связывающее между собой u, v, a и b – 4 балла
3. Получен правильный ответ – 3 балла

Решение
Пусть $\vec{V}$ – скорость лодки относительно берега.
По закону сложения скоростей $\vec{V} = \vec{v} + \vec{u}$.



Так как по условию скорость u минимальна, то вектор $\vec{u}$ должен быть перпендикулярен отрезку AB. Из треугольника скоростей u=vsinα, а из ΔACB $sin\alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$.

Следовательно, $u = v\dfrac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$.

Отсюда $a = b\dfrac{u}{\sqrt{v^2-u^2}} = 75$ м

Ответ: 75 м

Задача 2

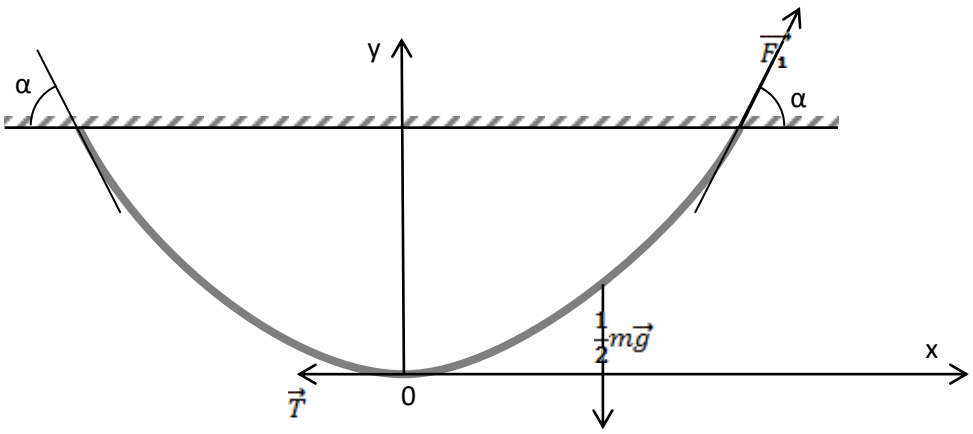
Однородная веревка массой m=10 кг прикреплена концами к горизонтальному потолку. Чему равна сила натяжения веревки T в нижней точке, если касательные к веревке в точках крепления к потолку образуют с горизонтом углы α=60°?

Критерии оценивания

1. Сделан рисунок с указанием сил – 3 балла
2. Записано условие равновесия веревки в проекциях на оси x и y – 4 балла
3. Получено уравнение для T – 3 балла

Решение

Веревка симметрична. Сделаем рисунок с указанием сил, действующих на половину веревки



Условие равновесия правой половины веревки

$$\begin{cases} F_1 cos\alpha - T = 0 \\ F_1 sin\alpha - \frac{1}{2}mg = 0 \end{cases}$$

Отсюда $tg\alpha = \dfrac{mg}{2T}$.

Окончательно,

$T = \dfrac{mg}{2tg\alpha} \approx 28{,}3$ Н

Ответ: 28,3 Н

Задача 3

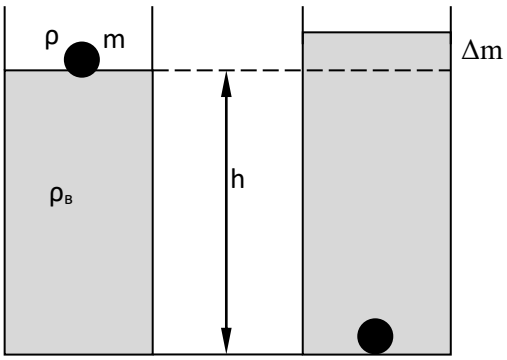
В процессе опускания небольшого шарика массой m=20 г с плотностью материала $\rho=4\cdot10^3$ кг/м^3 с поверхности воды на дно сосуда выделилось количество теплоты Q=0,15 Дж. Начальная скорость шарика равна нулю. Чему равна высота воды в сосуде h? Ускорение свободного падения g принять равным 10 м/с^2.

Критерии оценивания

1. Сформулирована идея об изменении механической энергии системы – 5 баллов
2. Записаны уравнения для потенциальной энергии шарика и воды – 1 балл
3. Записано выражение для Δm – 1 балл
4. Получено уравнение для h – 3 балла

Решение

Теплота Q равна уменьшению механической энергии системы $Q=E_0-E$.



Для маленького шарика $E_0=mgh$ (рис. а) и $E=\Delta mgh$ (рис. б), где E – потенциальная энергия тонкого слоя воды массой Δm, объем которого равен объему шарика $V_ш=m/\rho$.

Следовательно, $\Delta m=\rho_в V_ш=\rho_в m/\rho$. Таким образом,

$$Q=mgh-\rho_в m/\rho\cdot gh.$$

Отсюда

Ответ: 1 м

Задача 4

В колбе находится вода при 0°С. Без притока тепла извне испарилось 12,7% воды, а ее оставшаяся часть превратилась в лед с температурой 0°С. Определите отношение n удельной теплоты испарения воды к удельной теплоте плавления льда.

Критерии оценивания

1. Уравнение для количества теплоты, затраченной на испарение – 2 балла
2. Уравнение для количества теплоты, отданной при кристаллизации – 2 балла
3. Уравнение теплового баланса – 3 балла
4. Верный ответ – 3 балла

Решение

Введем обозначения:

m – первоначальная масса воды,

Δm – масса испарившейся воды,

$m-\Delta m$ – масса образовавшегося льда.

По условию $\Delta m/m=0{,}127$.

Количество теплоты, пошедшее на испарение воды $Q_1=L\cdot\Delta m$.

Количество теплоты, отданное водой в процессе кристаллизации $Q_2=\lambda(m-\Delta m)$.

По уравнению теплового баланса $Q_1=Q_2$.

$$L\cdot\Delta m=\lambda(m-\Delta m)$$

$$\frac{L}{\lambda}=\frac{1-\frac{\Delta m}{m}}{\frac{\Delta m}{m}}=\frac{1-0{,}127}{0{,}127}=6{,}9$$

Ответ: 6,9

Задача 5 (псевдоэкспериментальная)

В результате работы спецслужб был получен протокол испытаний новой реактивной ракеты AMS-01. В таблице представлена зависимость средней скорости полета ракеты от времени при прямолинейном движении. На основе анализа этих данных вычислите ускорение ракеты и ее мгновенную скорость в момент времени 5 секунд.

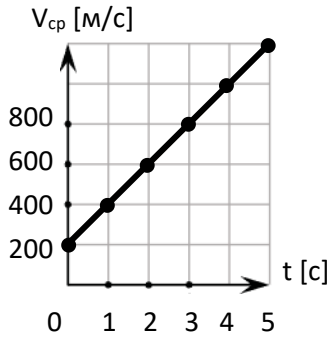
Время, с	0	1	2	3	4	5
Средняя скорость, м/с	200	401	600	799	1000	1201

Критерии оценивания

1. Построен график зависимости средней скорости от времени – 1 балл
2. Найдено уравнение аппроксимирующей прямой – 2 балла
3. Записано уравнение $S=v_{ср}\cdot t$ – 2 балла
4. Указана начальная скорость ракеты – 1 балл
5. Вычислено ускорение ракеты – 2 балла
6. Найдена мгновенная скорость – 2 балла

Решение

Построим график зависимости средней скорости ракеты от времени.



Экспериментальные точки аппроксимируются линейной зависимостью, уравнение которой $v_{ср}=200t+200$.

Пройденный путь связан со средней скоростью уравнением $S=v_{ср}\cdot t$. Подставив уравнение средней скорости, получим

$$S=200t^2+200t,$$

откуда делаем вывод, что движение ракеты равноускоренное с ненулевой начальной скоростью. Сравнивая с общим уравнением равноускоренного движения $S=v_0t+at^2/2$, видим, что $a/2=200$ и ускорение ракеты $a=400$ м/с^2. Начальная скорость ракеты 200 м/с.

Мгновенная скорость может быть вычислена по уравнению $v=v_0+at$, то есть $v(5)=200+400\cdot5=2200$ м/с.

Ответ: 400 м/с^2, 2200 м/с