

Решения и критерии оценивания

Задача 1

Два одинаковых пластилиновых шарика при помощи пружинного пистолета подбрасывают из одной точки вертикально вверх вдоль одной прямой с промежутком в $\tau = 2$ с. Начальные скорости первого и второго шариков равны $V_1 = 30$ м/с и $V_2 = 50$ м/с соответственно. Через какое время t после момента бросания первого шарика они столкнутся? На какой высоте это произойдёт? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Возможное решение

В момент времени t первый шарик находится на высоте $V_1 t - g t^2/2$, второй шарик — на высоте $V_2(t - \tau) - g(t - \tau)^2/2$. Столкновение произойдёт, если эти высоты одинаковы: $V_1 t - g t^2/2 = V_2(t - \tau) - g(t - \tau)^2/2$. Отсюда $V_2\tau + g\tau^2/2 = (V_2 - V_1 + g\tau)t$ и $t = (V_2\tau + g\tau^2/2) : (V_2 - V_1 + g\tau) = 3$ с.

Столкновение произойдёт на высоте $V_1 t - g\tau^2/2 = 45$ м.

Критерии оценивания

правильно использована формула для зависимости координаты от времени при равноускоренном движении.....4 балла
отмечено, что высоты шариков в момент столкновения одинаковые ..2 балла
получен правильный ответ4 балла

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 2

Известно, что благодаря антикрыльям вес болида Формулы-1 при скорости $v = 216$ км/ч в 6 раз превышает силу тяжести. Определите, чему равен минимальный радиус поворота R на горизонтальном участке трассы, по которому способен проехать такой болид на данной скорости. Коэффициент трения между покрышками и поверхностью трассы равен $\mu = 0,8$. Ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ м/с².

Возможное решение

При движении болида в повороте центростремительное ускорение создаётся силой трения. Запишем второй закон Ньютона $mv^2/R = F_{\text{тр}}$.

Если поворот минимального радиуса, то модуль силы трения максимален и равен $F_{\text{тр}} = \mu N$. На такой скорости сила реакции опоры $N = P = 6mg$.

Получим ответ: $R = v^2/6\mu g = 3600\text{м}^2/\text{с}^2 / 48 \text{ м}/\text{с}^2 = 75 \text{ м}$.

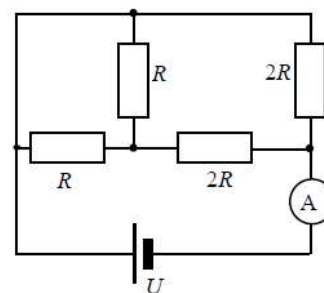
Критерии оценивания

записан второй закон Ньютона.....	3 балла
записано выражение для модуля силы трения при минимальном радиусе поворота.....	3 балла
найден модуль силы реакции опоры.....	1 балла
получен ответ.....	3 балла

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 3

Идеальный амперметр в цепи, схема которой изображена на рисунке, показывает силу тока $I=9\text{мА}$. Определите сопротивление резистора R , если напряжение идеального источника $U = 6 \text{ В}$.



Возможное решение

Общее сопротивление r цепи равно:

$$r = \frac{2R(\frac{R \cdot R}{R+R} + 2R)}{2R + \frac{R \cdot R}{R+R} + 2R} = \frac{9}{10} R$$

С другой стороны, $r = \frac{U}{I}$. Окончательно получаем $R = \frac{9 \cdot U}{10 \cdot I} = 600 \text{ Ом}$

Критерии оценивания

найдено общее сопротивление цепи (любым способом)	5 баллов
применён закон Ома для участка цепи	2 балла
получена итоговая формула для сопротивления R	2 балла
найдено численное значение сопротивления R	1 балл

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 4

В калориметре находится вода массой $m_{\text{в}} = 0,16$ кг и температурой $t_{\text{в}} = 30$ °С. Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой $m_{\text{л}} = 80$ г. В холодильнике поддерживается температура $t_{\text{л}} = -12$ °С. Определите конечную температуру в калориметре. Удельная теплоёмкость воды $C_{\text{в}} = 4200$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость льда $C_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 334$ кДж/кг.

Возможное решение

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды:

$$Q_1 = 4200 * 0,16 * 30 \text{ Дж} = 20160 \text{ Дж}.$$

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда:

$$Q_2 = 2100 * 0,08 * 12 \text{ Дж} = 2016 \text{ Дж}.$$

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда:

$$Q_3 = 334000 * 0,08 \text{ Дж} = 26720 \text{ Дж}.$$

Видно, что количества теплоты Q_1 недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд ($Q_1 < Q_2 + Q_3$). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна $t = 0$ °С .

Критерии оценивания

найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды **2 балла.**

найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда ... **2 балла.**

найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда **2 балла.**

указано, что расплавится не весь лед **2 балла.**

указана конечная температура смеси **2 балла.**

Максимум за задачу – 10 баллов.

Задача 5

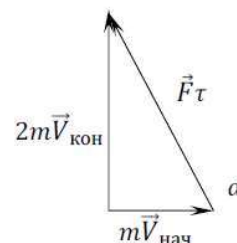
Частица, имеющая массу $m = 0,1$ г и начальную скорость $V = 100$ м/с, попадает в область, в которой на неё в течение некоторого времени действует постоянная по модулю и направлению сила F . К моменту прекращения действия силы частица приобретает скорость $2V$ в направлении, перпендикулярном первоначальному. Под каким углом к первоначальному направлению движения частицы направлена сила F ? Какую работу совершила сила F над частицей за время своего действия? Влиянием других сил можно пренебречь.

Возможное решение

Пусть сила действует на частицу в течение времени τ . Запишем для частицы закон изменения импульса в векторной форме:

$$\Delta \vec{p} = 2m\vec{V}_{\text{кон.}} - m\vec{V}_{\text{нач.}} = \vec{F}\tau,$$

где $|\vec{V}_{\text{кон.}}| = |\vec{V}_{\text{нач.}}| = V$. Изобразим соответствующий векторный треугольник. Из него следует, что сила направлена под тупым углом α к первоначальному направлению движения частицы. Этот угол равен:



$$\alpha = \pi - \arctg \frac{2mV}{mV} = \pi - \arctg 2 \approx 2 \text{ рад} \approx 115^\circ.$$

Из закона сохранения механической энергии находим работу силы F :

$$A = \frac{m(2V)^2}{2} - \frac{mV^2}{2} = \frac{3}{2}mV^2 = 1,5 \text{ Дж.}$$

Критерии оценивания

- применён закон изменения импульса **2 балла**
- осуществлена графическая интерпретация этого закона или применена соответствующая координатная форма записи **2 балла**
- найден угол α (либо его тангенс, синус, косинус) **2 балла**
- применена теорема о кинетической энергии **2 балла**
- получено выражение для работы силы **1 балл**
- найдено численное значение работы силы **1 балл**

Максимум за задачу – **10 баллов**.

Всероссийская олимпиада школьников по физике 2018–2019 уч. г.
Школьный этап 10 класс

В случае, если решение какой-либо задачи отличается от авторского, эксперт (учитель) сам составляет критерии оценивания в зависимости от степени и правильности решения задачи.

При правильном решении, содержащем арифметическую ошибку, оценка снижается на 1 балл.

Всего за работу – 50 баллов.