

## Решения вступительной работы по физике. 2026. 9 класс

### 1. Удар волейболиста

Волейболист в прыжке ударил мяч на высоте 2,5 м под углом  $30^\circ$  к горизонту. Мяч едва коснулся сетки на такой же высоте 2,5 м, пролетев по горизонтали расстояние 12,5 м.

А) С какой скоростью полетел мяч сразу после удара?

Б) С какой скоростью мяч ударится об пол?

**Ответ:** А) 12 м/с. Б) 13,9 м/с.

**Решение:** А) Мяч летел по параболе под известным углом  $\alpha$  и на расстоянии по горизонтали  $l$  оказался на той же высоте. Время полета находится из того, что его высота не изменилась:

$$v_y t - \frac{1}{2} g t^2 = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2 = 0.$$

(Или из того, что его вертикальная скорость поменяла знак:  $v_y = v_0 \sin \alpha - g t = -v_0 \sin \alpha$ ). Получаем:

$$t = \frac{2v_0}{g} \sin \alpha$$

Тогда дальность смещения по горизонтали:  $l = v_x t = v_0 \cos \alpha \cdot t = 2 \frac{v_0^2}{g} \cos \alpha \sin \alpha \Rightarrow$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gl}{2 \cos \alpha \sin \alpha}} \approx 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Б) Мяч при легком касании энергию не теряет, а в конце находится на высоте ноль. Проще всего найти конечную скорость из закона сохранения механической энергии:

$$mgh + \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} \approx 13,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

### 2. Охлаждение подков

Кузнец охлаждает подкову послековки в ведре с маслом, а затем кладет её в ведро для подков. Затем поступает также со второй и т.д. Он заметил, что после охлаждения двух подков температура масла выросла с  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  до  $T_2 = 42^\circ\text{C}$ .

А) Определите начальную температуру подков.

Б) Кузнец всего изготовил 8 подков, складывая их в одно, изначально пустое, ведро. Считая, что после остывания в масле подковы обменивались теплом только друг с другом, определите конечную температуру 8 подков.

**Примечание:** если нужно, удельная теплоёмкость подковы  $c_{\text{п}} = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot ^\circ\text{C}$ , удельная теплоёмкость масла  $c_{\text{м}} = 1800 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot ^\circ\text{C}$ , масса одной подковы  $m = 0,5$  кг, масса масла в ведре  $M = 2,5$  кг. Теплоемкостью пустого ведра пренебрегите.

**Ответ:** А)  $135,8^\circ\text{C}$  Б)  $61,6^\circ\text{C}$ .

**Решение:** А) Составим уравнение теплового баланса для остывания первой подковы и отдельно для остывания второй подковы:

$$c_{\text{п}} m (T_{\text{п}} - T_1) = c_{\text{м}} M (T_1 - T_0)$$

$$c_{\text{п}} m (T_{\text{п}} - T_2) = c_{\text{м}} M (T_2 - T_1)$$

Здесь  $T_{\text{п}}$  – искомая температура подков,  $T_1$  – температура масла после остывания первой подковы. Решая систему из двух уравнений получаем:

$$T_1 \approx 31,6^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{п}} \approx 135,8^\circ\text{C}$$

Б) Найдём температуру масла после  $N$ -ой подковы:

$$c_{\text{п}} m (T_{\text{п}} - T_N) = c_{\text{м}} M (T_N - T_{N-1})$$

$$T_N = \frac{c_{\text{п}} m T_{\text{п}} + c_{\text{м}} M T_{N-1}}{c_{\text{п}} m + c_{\text{м}} M}.$$

Откуда

$$T_8 \approx 86^\circ\text{C}$$

Всё тепло, которое в итоге отдали 8 подков, получило масло. Тогда можно написать уравнение теплового баланса для масла и восьми подков:

$$8c_{\text{п}}m(T_{\text{п}} - T_{\text{к}}) = c_{\text{м}}M(T_{\text{в}} - T_0)$$

$$T_{\text{к}} = T_{\text{п}} - \frac{c_{\text{м}}M}{8c_{\text{п}}m}(T_{\text{в}} - T_0) \approx 61,6^{\circ}\text{C}$$

### 3. Необычный источник

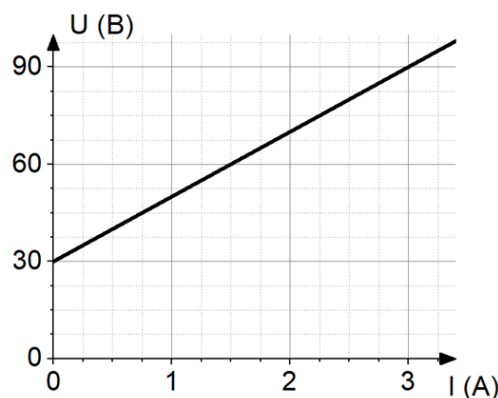
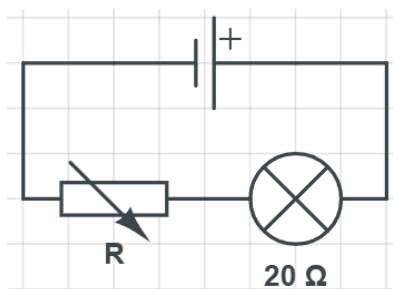
Из необычного источника тока, реостата и лампочки собрали схему (см. рис.). Источник устроен так, что напряжение на нём растёт при увеличении протекающего через него тока (зависимость напряжения на источнике от силы тока см. на графике). Сопротивление лампочки  $R_{\text{л}} = 20$  Ом постоянно.

А) При каком сопротивлении реостата напряжение на лампочке будет равно  $U_{\text{л}} = 40$  В?

Б) Какая мощность будет выделяться на лампочке при сопротивлении реостата  $R = 40$  Ом?

**Ответ:** А) 15 Ом. Б) 11,25 Вт.

**Решение:** А) Если напряжение на лампочке  $U_{\text{л}} = 40$  В, то, зная сопротивление на лампочке, находим ток через нее, а значит и во всей цепи:  $I = \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{л}}} = 2$  А.



Зная найденный ток, по графику находим напряжение источника при  $I = 2$  А:  $U \approx 70$  В.

Имеем:  $U = I(R + R_{\text{л}})$ . Решив это уравнение относительно  $R$ , получаем

$$R = \frac{U}{I} - R_{\text{л}} \approx \frac{70}{2} - 20 = 15 \text{ Ом.}$$

Б) Графическая линейная зависимость  $U(I)$  может быть выражена по формуле:

$$U = U_0 + kI = 30 + 20I \quad (*)$$

Значение напряжения  $U_0 = 30$  В может быть найдено по графику при силе тока  $I = 0$ , а коэффициент наклона  $k = 20$  (В/А) находится из требования, чтобы напряжение равнялось  $U = 90$  В при силе тока  $I = 3$  А.

Тогда уравнение  $U(I) = I(R + R_{\text{л}})$  может быть решено относительно тока:  $U_0 + kI = I(R + R_{\text{л}}) \Rightarrow$

$$I = \frac{U_0}{R + R_{\text{л}} - k}$$

Фактически, коэффициент наклона графика «работает» как отрицательное внутреннее сопротивление источника. Вычисляя общий ток, находим и ток на лампочке:  $I = \frac{30}{40+20-20} = 0,75$  А. И сразу получаем

$$P = I^2 R_{\text{л}} = 0,75^2 \cdot 20 = 11,25 \text{ Вт.}$$

**Примечание:** соотношение (\*) позволяет точно находить напряжение в источнике при каждом токе и наоборот, поэтому приближенные равенства в пункте А), полученные из графического рассмотрения, на самом деле в рамках данной задачи точные.

#### 4. Затяжные прыжки

Пин сделал Биби такой же примерно формы и размера, как он сам, но у Биби другая масса. Теперь они совершают затяжные прыжки с большой высоты. До того, как раскрывается парашют, Пин в падении достигает постоянной скорости  $V_1 = 60$  м/с, Биби же, падая, разгоняется только до  $V_2 = 50$  м/с.

А) Определите массу Биби, если масса Пина 42 кг.

Б) Железная няня такая же, как Биби по форме и материалам, но в 2 раза больше по всем размерам. Какой скорости достигнут в затяжном прыжке Биби и Железная няня вместе, если их связать тонкой легкой верёвкой? Поток воздуха возле Железной няни не влияет на движение Биби, и наоборот.

**Примечание:** Считайте, что для тел одинаковой формы сила сопротивления воздуха движению тела пропорциональна произведению площади тела на величину его скорости.

**Ответ:** А) 35 кг. Б) 90 м/с.

**Решение:** А) По условию  $F_{\text{сопр}} = kSv$ , где  $k$  – некоторый коэффициент, зависящий лишь от формы тела, которая у всех в задаче одинакова. Когда тело падает, по 2му закону Ньютона:

$ma = mg - F_{\text{сопр}} = mg - kSv$ . (Площади  $S$  Пина и Биби равны). При достижении максимальной (более не растущей) скорости ускорение  $a = 0$ , и потому для Пина и Биби:

$$m_{\text{П}}g = kSv_1, m_{\text{Б}}g = kSv_2 \quad (*)$$

Откуда  $\frac{m_{\text{Б}}}{m_{\text{П}}} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow m_{\text{Б}} = \frac{v_2}{v_1} m_{\text{П}} = \frac{5}{6} m_{\text{П}} = 35$  кг

Б) При установившемся падении на Железную няню вместе с Биби действует вниз их суммарная сила тяжести, а вверх – их суммарная сила сопротивления. При этом у них в связке максимальная скорость одинакова, а ускорение ноль. Поэтому

$$M_{\text{Н}}g + m_{\text{Б}}g = kS_{\text{Н}}v + kSv \quad (**)$$

Железная няня имеет размеры в 2 раза, площадь в  $2^2 = 4$ , и объем в  $2^3 = 8$  раз больше, чем у Биби. Поскольку её материалы такие же, как у Биби, то и плотность такая же, а значит её масса растёт так же, как растёт объем, то есть она в 8 раз больше, чем у Биби. Итак, для няни  $M_{\text{Н}} = 8m_{\text{Б}}$ ,  $S_{\text{Н}} = 4S$ . Подставляя их в уравнение (\*\*), получим  $8m_{\text{Б}}g + m_{\text{Б}}g = k \cdot 4Sv + kSv$  или  $v = \frac{9m_{\text{Б}}g}{5kS}$ . Но для Биби (см. (\*))  $v_2 = \frac{m_{\text{Б}}g}{kS}$ , поэтому  $v = \frac{9}{5}v_2 = 90$  м/с.