

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2022 -2023 учебный год)
10 класс (3 часа 50 минут)**

1. Маленький шарик отпустили без начальной скорости с высоты $h = 45$ м. Удар о горизонтальную поверхность Земли является абсолютно упругим. Определите, в какой момент времени после начала падения шарика его средняя путевая скорость будет равна его мгновенной скорости. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Возможное решение

Время падения шарика до поверхности Земли:

$$t_{\text{пад}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 3 \text{ с.} \quad (1)$$

Скорость, с которой шарик падает на Землю:

$$v = \sqrt{2hg} = 30 \text{ м/с.} \quad (2)$$

С такой же скоростью шарик отскочит от Земли.

Уравнения движения шарика вверх (ось OX направлена вверх):

$$X = v(t_{\text{общ}} - t_{\text{пад}}) - g(t_{\text{общ}} - t_{\text{пад}})^2/2 = 30(t_{\text{общ}} - 3) - 5(t_{\text{общ}} - 3)^2. \quad (3)$$

Мгновенная скорость:

$$V = v - g(t_{\text{общ}} - t_{\text{пад}}) = 30 - 10(t_{\text{общ}} - 3). \quad (4)$$

Приравниваем среднюю скорость мгновенной:

$$(h + X) / t_{\text{общ}} = V. \quad (5)$$

$$(h + 30(t_{\text{общ}} - 3) - 5(t_{\text{общ}} - 3)^2) / t_{\text{общ}} = 30 - 10(t_{\text{общ}} - 3) \quad (5')$$

Ответ $t_{\text{общ}} = (18)^{1/2} \text{ сек} = 4,24 \text{ сек}$.

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Шарик падает до поверхности 3 сек	1
2	Скорость с которым полетит шарик от поверхности 30 м/с	1
3	Уравнение движения шарика вверх (3)	2
4	Формула (4) мгновенной скорости	2
5	Получена формула (5)	2
6	Правильный численный результат	2

2. Для того чтобы тело, полностью погруженное в жидкость, находилось в равновесии, к нему прикладывают силу $F = 5$ Н. Определить плотность тела, если его объем $V = 1$ л, а плотность жидкости $\rho = 1000$ кг/м³.

Возможное решение

Надо рассмотреть два случая: тело всплывает и тонет.

Первый случай. Уравнение равновесия:

$$F = F_{Apx} - mg \quad (1)$$

$$F = \rho g V - \rho_m g V$$

$$\rho_T = \frac{\rho g V - F}{g V} \quad (2)$$

$$\rho_T = 500 \text{ кг/м}^3$$

Второй случай. Уравнение равновесия:

$$F = F_{Apx} + mg \quad (3)$$

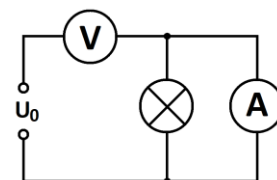
$$F = \rho g V + \rho_m g V$$

$$\rho_T = \frac{\rho g V + F}{g V} \quad (4)$$

$$\rho_T = 1500 \text{ кг/м}^3$$

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Записано условие равновесия для первого случая	2
2	Получение выражение (2) для плотности тела	1
3	Правильно получен численный результат	2
4	Записано условие равновесия для второго случая	2
5	Получение выражение (4) для плотности тела	1
6	Правильно получен численный результат	2

3. Школьник, хотел собрать схему для измерения сопротивления лампочки, но при этом перепутал местами вольтметр и амперметр (см. рис.). Тем не менее, приборы выдали следующие показания: вольтметр – 11 В, а амперметр – 0,2 А. Найдите сопротивление лампочки, если сопротивление вольтметра 50 Ом, а напряжение источника равно 12 В.



Возможное решение

Ток через вольтметр $I_V = 11/50 = 0,22$ А.

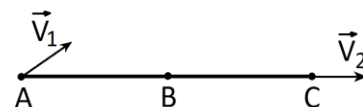
Ток через лампу $I_L = I_V - I_A = 0,22 - 0,2 = 0,02$ А.

Напряжение на лампе $U_L = U_0 - U_V = 12 - 11 = 1$ В.

Сопротивление лампы $R_L = U_L/I_L = 1/0,02 = 50$ Ом.

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Найден ток через вольтметр	3
2	Найден ток через лампу	3
3	Найдено напряжение на лампе	3
4	Найдено сопротивление лампы	1

4. Твёрдый стержень движется по горизонтальному столу. В определённый момент времени скорость одного конца стержня $V_1 = 5$ м/с, а скорость другого $V_2 = 4$ м/с и она направлена вдоль оси стержня (см. рисунок). Определите для этого момента времени скорость середины стержня.



Возможное решение

Так как стержень твердый все точки вдоль стержня имеют одну и ту же скорость 4 м/с.

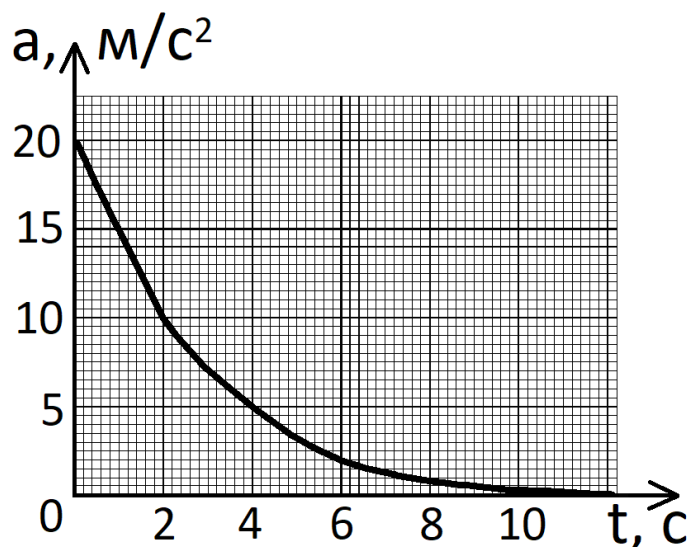
Скорость точки А, перпендикулярная стержню, по теореме Пифагора равна $(25 - 16)^{1/2} = 3$ м/с.

Такая же скорость будет для точки В, но в два раза меньше 1,5 м/с.

По теореме Пифагора скорость точки В равна $(2,25 + 16)^{1/2} = 4,3$ м/с.

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Все точки вдоль стержня одинаковую скорость	3
2	Найдена скорость точки А, перпендикулярная стержню	3
3	Найдена перпендикулярная скорость точки В	2
4	Найдено численной значение скорости точки В	2

5. Тело бросают с высоко расположенного балкона вертикально вверх. Зависимость модуля ускорения тела от времени приведена на графике. Пользуясь данной зависимостью, оцените установившуюся скорость тела. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



Возможное решение

Как видно из графика через 2 сек ускорение тела стало равным ускорению свободного падения. Значит тело через 2 с начинает падать. В этот момент начальная скорость тела будет равна нулю.

Ускорение является функцией времени, поэтому скорость можно найти как площадь под кривой в диапазоне от 2 сек до 10 сек.

Ответ: $\approx 25 \text{ м/с}$.

№	Критерии оценивания	Баллы
1	Замечено, что через 2 сек ускорение стало равным ускорению свободного падения	3
2	Со второй секунды тело падает	3
3	Площадь под кривой от 2 сек до 10 сек можно считать равным искомой скорости	3
4	Получен правильный численный ответ	1