

1. 1) При минимальном времени заплыва, скорость пловца относительно воды перпендикулярна берегу.

При этом: $v = \frac{s}{\tau} = 2$ м/с;

2) $u = \frac{d}{\tau} = 1$ м/с;

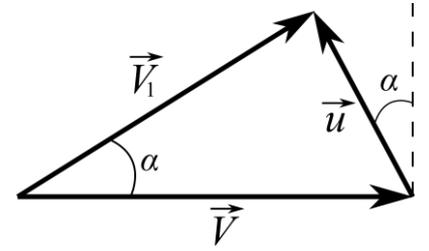
3) \vec{v}_1 – скорость пловца относительно земли. Минимальный снос будет, если угол α между \vec{v} и \vec{v}_1 будет максимальный $\Rightarrow \vec{v}_1 \perp \vec{u}$ и $\sin \alpha = \frac{u}{v} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$.

Из треугольника скоростей: $T = \frac{d}{u \cos \alpha} = \frac{200}{\sqrt{3}} \approx 115$ с.

2. 1) $\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{g}\tau$; $\vec{v}_0 \perp \vec{g}\tau$.

Из треугольника скоростей: $v_0 = \sqrt{v_1^2 - (g\tau)^2} = 12$ м/с.

2) $t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{2\sqrt{3}}{5} \approx 0,7$ с. 3) $H = \frac{gt_1^2}{2} = \frac{12}{5} = 2,4$ м.



3. 1) Т.к. сосуд цилиндрический, то: $P_2 = P_1 + g\rho h s = 14$ Н.

2) v_l – объём льда, $v_{ш}$ – объём шарика. Т.к. лед с шариком полностью в воде, то:

$$v_l + v_{ш} = hS \quad (1)$$

По закону Архимеда: $g\rho(v_l + v_{ш}) = g\rho_l v_l + g\rho_{ш} v_{ш} \quad (2)$

Из (1), (2): $v_l = \frac{\frac{\rho_{ш}-1}{\rho_l} \rho}{\frac{\rho_{ш}-1}{\rho_l} \rho_l} hS$

$$m_1 = \rho_l v_l = \frac{\rho_{ш}-1}{\rho_l} \rho hS = 0,34 \text{ кг.}$$

3) После таяния льда показания весов не изменятся, т.к. общая масса содержимого остаётся прежней.

4. 1) Груз 2 опустился на H грузы 1 и 3 поднялись на H . Скорости всех грузов одинаковы и равны v_1 .

$$3mgH = 2mgH + \frac{5mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2}{5}gH} = \sqrt{2} \approx 1,4 \text{ м/с.} \quad (1)$$

$$2) a - \text{ускорение грузов.} \quad v_1 = \sqrt{2aH} \quad (2)$$

$$\text{Из (1), (2):} \quad a = \frac{g}{5}$$

$$\text{Для 2-го груза: } 3mg - T_2 = 3ma = 3m \frac{g}{5}$$

$$T_2 = \frac{12}{5}mg = 2,4 \text{ Н}$$

5.

$$1) \quad P_1 = U^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1 + 2R_2} \right) \quad (1)$$

$$2P_1 = U^2 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2 + 2R_1} \right) \quad (2)$$

Исключив U из (1), (2) получим для $x = \frac{R_2}{R_1}$ уравнение: $2x^2 + 2x - 1 = 0 \Rightarrow x = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\sqrt{3}-1}{2} \approx 0,37$

$$2) \quad \text{Из (1):} \quad P_1 = \frac{U^2 \cdot 2(x+1)}{R_1(2x+1)} \quad (3)$$

$$P_3 = \frac{U^2}{(R_1+R_2)/2} = \frac{2U^2}{R_1(x+1)} \quad (4)$$

$$\text{Из (3), (4):} \quad P_3 = \frac{P_1(2x+1)}{(x+1)^2} = \frac{4\sqrt{3}}{(1+\sqrt{3})^2} P \approx 0,93P \approx 93 \text{ Вт}$$

1.

1) При минимальном времени переправы скорость лодки относительно воды перпендикулярна берегу.

При этом: $v = \frac{s}{\tau} = 1,5 \text{ м/с}$

2) $u = \frac{d}{\tau} = 2,5 \text{ м/с}$

3) \vec{V}_1 – скорость лодки относительно земли в случае кратчайшего (относительно берега) пути.

Из треугольника скоростей: $V_1 = \sqrt{u^2 - v^2} = 2 \text{ м/с}$

$$T = \frac{d}{V_1} = 75 \text{ с}$$

2.

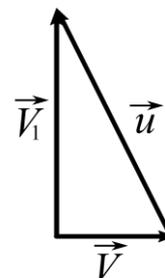
1) $\vec{V}_1 = \vec{V}_0 + \vec{g}\tau$; $\vec{V}_0 \perp \vec{g}\tau$.

Из треугольника скоростей:

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 - (g\tau)^2} = 12 \text{ м/с}$$

2) $T = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{2V_0}{g} = 2,4 \text{ с}$

3) $S = V_0 \cos \alpha \cdot T + \frac{g \sin \alpha \cdot T^2}{2} = \frac{2\sqrt{2}V_0^2}{g} \approx 40,7 \text{ м}$



3.

1) Т.к. сосуд цилиндрический, то: $P = Mg + g\rho hS \Rightarrow M = \frac{P - g\rho hS}{g} = 1,4 \text{ кг}$

2) $V_{\text{л}}$ – объём льда, $V_{\text{к}}$ – объём кубика.

Т.к. лёд с кубиком полностью в воде, то: $V_{\text{л}} + V_{\text{к}} = hS$ (1)

По закону Архимеда: $g\rho(V_{\text{л}} + V_{\text{к}}) = g\rho_{\text{л}}V_{\text{л}} + g\rho_{\text{к}}V_{\text{к}}$ (2)

Из (1), (2): $V_{\text{к}} = \frac{\frac{\rho_{\text{л}} - 1}{\rho_{\text{к}}} \rho}{\frac{\rho_{\text{л}} - 1}{\rho_{\text{к}}} \rho_{\text{к}}} hS$; $m_2 = \rho_{\text{к}}V_{\text{к}} = \frac{\rho_{\text{л}} - 1}{\rho_{\text{к}}} \rho hS \approx 0,099 \text{ кг} \approx 0,1 \text{ кг}$

3) После таяния льда показания весов не изменятся, т.к. общая масса содержимого остаётся прежней

4.

1) Грузы 1 и 3 опустились на H , груз 2 поднялся на H . Скорости всех грузов одинаковы и равны V_1 .

$$\text{З.С.Э.: } 2 \cdot 2mgH = mgH + \frac{5mV_1^2}{2} \Rightarrow V_1 = \sqrt{2 \cdot \frac{3g}{5} H} = 3\sqrt{2} \approx 4,2 \text{ м/с} \quad (1)$$

2) a – ускорение грузов.

$$V_1 = \sqrt{2aH} \quad (2)$$

Из (1), (2): $a = \frac{3}{5}g = 0,6g$

Для 1-го груза: $2mg - T_1 = 2ma = 1,2mg$

$$T_1 = 0,8mg = 0,8 \text{ Н}$$

5.

$$1) P_1 = U^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1 + 2R_2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{P_1}{2} = U^2 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2 + 2R_1} \right) \quad (2)$$

Исключив U из (1), (2) получим для $x = \frac{R_2}{R_1}$ уравнение: $x^2 - 2x - 2 = 0 \Rightarrow x = \frac{R_2}{R_1} = 1 + \sqrt{3} \approx 2,7$

$$2) \text{ Из (1): } P_1 = \frac{U^2 \cdot 2(x+1)}{R_1(2x+1)} \quad (3)$$

$$P_3 = \frac{U^2}{(R_1 + R_2)/2} = \frac{2U^2}{R_1(x+1)} \quad (4)$$

$$\text{Из (3), (4): } P_3 = \frac{P_1(2x+1)}{(x+1)^2} = \frac{3+2\sqrt{3}}{(2+\sqrt{3})^2} P_1 \approx 0,46P_1 \approx 69 \text{ Вт}$$

Олимпиада «Физтех». 2019 г. Физика. Билет 09-03

1. 1) u_{\perp} - составляющая скорости пловца относительно воды, перпендикулярная берегу;
 u_{\parallel} - составляющая скорости пловца относительно воды, параллельная берегу

$$u_{\perp} = \frac{d}{\tau} \quad (1); \quad (u_{\parallel} + V)\tau = S \Rightarrow u_{\parallel} = \frac{S}{\tau} - V \quad (2)$$

Из (1), (2): $u = \sqrt{u_{\perp}^2 + u_{\parallel}^2} = \sqrt{\left(\frac{S}{\tau} - V\right)^2 + \left(\frac{d}{\tau}\right)^2} \approx 0,61 \text{ м/с}; \quad 2) T = \frac{d}{u} \approx 164 \text{ с.}$

2. 1) Ось X направим вдоль склона вниз, ось Y направим перпендикулярно склону вверх.

$$a_x = g \sin \alpha; \quad a_y = -g \cos \alpha. \quad T = \frac{2V_0}{|a_y|} = \frac{2V_0}{g \cos \alpha} = \frac{4}{\sqrt{3}} \approx 2,3 \text{ с}$$

$$2) S_1 = \frac{a_x T^2}{2} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = \frac{40}{3} \approx 13,3 \text{ м}$$

3) Промежуток времени между 1-м и 2-м ударом равен T , поэтому $S_2 = \frac{a_x (2T)^2}{2} = 4S_1 = \frac{160}{3} \approx 53,3 \text{ м}$

3. 1) M_c – масса Солнца, m – масса планеты. $m\omega^2 r = \gamma \frac{M_c m}{r^2}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{r^3}{T^2} = const$

$$T_H = T_3 \sqrt{\left(\frac{r_H}{r_3}\right)^3} = 365 \cdot \sqrt{30^3} \approx 59976 \text{ сут} \approx 164 \text{ года.} \quad 2) \left(\frac{2\pi}{T_3} - \frac{2\pi}{T_H}\right) \tau = 2\pi \Rightarrow \tau = \frac{T_H T_3}{(T_H - T_3)} = 367 \text{ сут.}$$

4. 1) Начальная скорость $V_0 = 0$, конечная скорость $V_k = 0$. Максимальная скорость V_{max} на высоте h .

Ось X направлена вдоль склона вниз. $F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$$a_{2x} = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) > 0; \quad a_{1x} = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) < 0$$

$$S_2 = \frac{H-h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2a_{2x}}; \quad \frac{H-h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)} \quad (1)$$

$$S_1 = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2|a_{1x}|}; \quad \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2g(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)} \quad (2)$$

Используя (1), (2): $H = \frac{(\mu_1 - \mu_2) \cos \alpha}{(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)} h. \quad 2) V_{max} = \sqrt{\frac{2gh(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}{\sin \alpha}}.$

$$3) T = \frac{V_{max}}{|a_{1x}|} = \sqrt{\frac{2h}{g \sin \alpha (\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}}$$

5. По условию: $P = \frac{U^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U^2}{P} \quad (1); \quad \frac{P}{2} = \frac{U^2}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{2U^2}{P} \quad (2); \quad \frac{P}{3} = \frac{U^2}{R_3} \Rightarrow R_3 = \frac{3U^2}{P} \quad (3)$

1) Используя (1), (2): $P_1 = \frac{U^2}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{3}{2} P.$

2) Используя (1)÷(3): $P_2 = \frac{U^2}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3} = \frac{3}{11} P.$

Олимпиада «Физтех». 2019 г. Физика. Билет 09-04

1. 1) u_{\perp} - составляющая скорости лодки относительно воды, перпендикулярная берегу;

u_{\parallel} - составляющая скорости лодки относительно воды, параллельная берегу

$$u_{\perp} = \frac{d}{\tau} \quad (1); \quad (u_{\parallel} + V)\tau = S \Rightarrow V = \frac{S}{\tau} - u_{\parallel} = \frac{S}{\tau} - \sqrt{u^2 - u_{\perp}^2} \quad (2)$$

Из (1), (2): $V = \frac{S}{\tau} - \sqrt{u^2 - \left(\frac{d}{\tau}\right)^2} = \sqrt{3} - \sqrt{1,3^2 - 1} \approx 0,9 \text{ м/с.}$

$$V_1 = \sqrt{u^2 - V^2} = \sqrt{1,3^2 - 0,9^2} \approx 0,94 \text{ м/с.} \quad 2) T = \frac{d}{V_1} \approx 213 \text{ с.}$$

2. 1) Ось X направим вдоль склона вниз, ось Y направим перпендикулярно склону вверх.

$$a_x = g \sin \alpha; \quad a_y = -g \cos \alpha.$$

$$T = \frac{V_0}{|a_y|} = \frac{V_0}{g \cos \alpha} = 2\sqrt{2} \approx 2,8 \text{ с.}$$

$$2) V_1 = \sqrt{V_0^2 + (a_x \cdot 2T)^2} = \sqrt{5}V_0 \approx 44,7 \text{ м/с}$$

3) 3-й раз мяч ударится о склон через время $6T$.

$$S_3 = \frac{a_x(6T)^2}{2} = 18\sqrt{2} \frac{V_0^2}{g} \approx 1018 \text{ м}$$

3. 1) M_c – масса Солнца, m – масса планеты.

$$m\omega^2 r = \gamma \frac{M_c m}{r^2}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{r^3}{T^2} = const$$

$$\frac{R_3}{R_B} = \sqrt[3]{\left(\frac{T_3}{T_B}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1}{0,615^2}} \approx 1,38.$$

$$2) \left(\frac{2\pi}{T_3} - \frac{2\pi}{T_B}\right) \tau = 2\pi \Rightarrow \tau = \frac{T_3 T_B}{T_3 - T_B} = 583 \text{ сут} \approx 1,6 \text{ года.}$$

4. 1) Начальная скорость $V_0 = 0$, конечная скорость $V_k = 0$. Максимальная скорость V_{max} на высоте h .

Ось X направлена вдоль склона вниз. $F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$$a_{2x} = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) > 0; \quad a_{1x} = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) < 0$$

$$S_2 = \frac{H-h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2a_{2x}}; \quad \frac{H-h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)} \quad (1)$$

$$S_1 = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2|a_{1x}|}; \quad \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{V_{max}^2}{2g(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)} \quad (2)$$

Используя (1), (2): $h = \frac{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}{(\mu_1 - \mu_2) \cos \alpha} H.$

$$2) V_{max} = \sqrt{\frac{2gH(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}{(\mu_1 - \mu_2) \sin \alpha \cos \alpha}}$$

$$3) T = \frac{V_{max}}{|a_{2x}|} = \sqrt{\frac{2H(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}{g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)(\mu_1 - \mu_2) \sin \alpha \cos \alpha}}$$

5. По условию: $P = \frac{U^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{U^2}{P} \quad (1); \quad 2P = \frac{U^2}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{U^2}{2P} \quad (2); \quad 3P = \frac{U^2}{R_3} \Rightarrow R_3 = \frac{U^2}{3P} \quad (3)$

1) Используя (1)÷(3): $P_1 = \frac{U^2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{6}{11} P.$

2) Используя (1)÷(3): $P_2 = \frac{U^2}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3} = \frac{3}{2} P.$

Критерии оценивания. Олимпиада «Физтех». 2019 г.
Билеты 09-01, 09-02.

Задача 1. (10 очков)

- 1) 1-й вопрос стоит 3 очка
- 2) 2-й вопрос стоит 3 очка
- 3) 3-й вопрос стоит 4 очка

Задача 2. (10 очков)

- 1) 1-й вопрос стоит 4 очка
- 2) 2-й вопрос стоит 3 очка
- 3) 3-й вопрос стоит 3 очка

Задача 3. (10 очков)

- 1) 1-й вопрос стоит 4 очка
- 2) 2-й вопрос стоит 5 очков
- 3) 3-й вопрос стоит 1 очко

Задача 4. (10 очков)

- 1) 1-й вопрос стоит 5 очков
 - Правильное выражение для ЗСЭ..... 3 очка
 - Ответ на 1-й вопрос..... 2 очка
- 2) 2-й вопрос стоит..... 5 очков
 - Правильно найдено ускорение грузов..... 3 очка
 - Ответ на 2-й вопрос..... 2 очка

Задача 5. (10 очков)

- 1) 1-й вопрос стоит 5 очков
 - Получены выражения для P_1 и P_2 3 очка
 - Ответ на 1-й вопрос..... 2 очка
- 2) 2-й вопрос стоит 5 очков

Задача 1. (10 очков)

- 1) 1-й вопрос стоит 6 очков
2) 2-й вопрос стоит 4 очка

Задача 2. (10 очков)

- 1) 1-й вопрос стоит 4 очка
2) 2-й вопрос стоит 3 очка
3) 3-й вопрос стоит 3 очка

Задача 3. (10 очков)

- 2) 1-й вопрос стоит 5 очков
2) 2-й вопрос стоит 5 очков

Задача 4. (10 очков)

- 3) 1-й вопрос стоит 5 очков
Правильные выражения для ускорений
либо правильный ЗСЭ..... 3 очка
Ответ на 1-й вопрос..... 2 очка
4) 2-й вопрос стоит..... 2 очка
5) 3-й вопрос стоит..... 3 очка

Задача 5. (10 очков)

- 3) 1-й вопрос стоит 6 очков
Получены выражения для сопротивлений резисторов..... 3 очка
Ответ на 1-й вопрос..... 3 очка
4) 2-й вопрос стоит 4 очка
Формула для сопротивления цепи во втором случае..... 2 очка
Ответ на 2-й вопрос..... 2 очка