Олимпиада «Физтех» по физике 2019

Класс 9

Билет 09-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Пловец переплывает через реку шириной $d = 100$ м за наименьшее время $\tau = 100$ с. За это время течение сносит его на $S = 200$ м. Снос — это расстояние, на которое сместится пловец вдоль реки к моменту достижения противоположного берега. В подвижной системе отсчета, связанной с водой, пловец движется с постоянной скоростью.

1) Найдите скорость V течения реки.
2) Найдите скорость u пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.
3) Найдите продолжительность T заплыва, в котором снос будет минимальным.

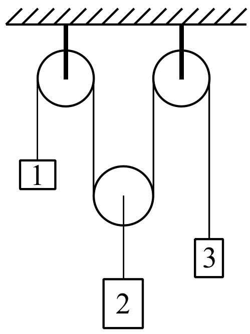
2. Плоский склон холма образует угол $\alpha = 30^0$ с горизонтом. Мяч, брошенный с поверхности склона в горизонтальном направлении «вниз» по склону через $\tau = 0{,}5$ с движется со скоростью $V_1 = 13$ м/с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.
2) Через какое время t_1 после старта мяч находился на максимальном расстоянии от поверхности склона?
3) На каком максимальном расстоянии H от поверхности склона находился мяч в этот момент?

3. Цилиндрический сосуд с водой стоит на весах. Показание весов P_1 =10 Н. В воду опустили льдинку с вмороженным в нее металлическим шариком. Уровень воды в сосуде повысился на $h = 4$ см, а льдинка стала плавать, полностью погрузившись в воду, не касаясь дна и стенок. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м^3, плотность льда $\rho_1 = 0{,}9 \cdot \rho$, плотность металла $\rho_2 = 2{,}7 \cdot \rho$, площадь поперечного сечения сосуда $S = 100$ см^2. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

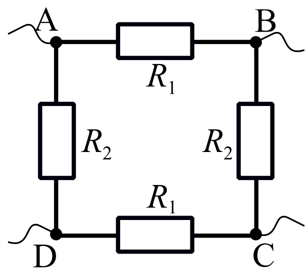
1) Найдите показание P_2 весов после погружения в сосуд льдинки.
2) Найдите массу m_1 льда.
3) Изменится ли показание весов после таяния льда? Ответ обоснуйте.

4. В системе, показанной на рисунке, массы грузов равны соответственно $m_1 = m_3 = m = 0{,}1$ кг, $m_2 = 3m$. Первоначально систему удерживают, затем отпускают. Грузы приходят в движение. Начальные скорости всех грузов нулевые. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Массы блоков и нитей по сравнению с массой грузов пренебрежимо малы. Нерастяжимые нити свободно скользят по блокам.



1) Найдите скорость V_1 груза 1 в тот момент, когда груз 2 опустится на $H = 0{,}5$ м.
2) Найдите силу T_2 натяжения нити, на которой подвешен груз 2.

5. При подключении источника постоянного напряжения к точкам A и B электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, в цепи выделяется мощность P_1 =100 Вт. При подключении того же источника постоянного напряжения к точкам B и C в цепи выделяется мощность $P_2 = 2\,P_1$.



1) Найдите отношение $\dfrac{R_2}{R_1}$.
2) Какая мощность P_3 будет выделяться в цепи при подключении того же источника постоянного напряжения к точкам A и C?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

Класс 9

Билет 09-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Моторная лодка пересекает реку шириной $d = 150$ м за наименьшее время $\tau = 60$ с. За это время течение сносит лодку на $S = 90$ м. Снос — это расстояние, на которое сместится лодка вдоль реки к моменту достижения противоположного берега. В подвижной системе отсчета, связанной с водой, лодка движется с постоянной скоростью.

1) Найдите скорость V течения реки.
2) Найдите скорость u лодки в подвижной системе отсчета, связанной с водой.
3) За какое время T лодка пересечет реку, двигаясь по кратчайшему (относительно берега) пути?

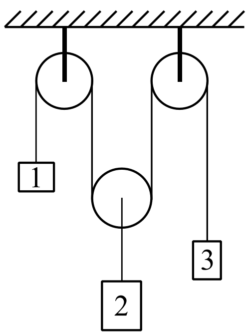
2. Плоский склон холма образует угол $\alpha = 45^0$ с горизонтом. Мяч, брошенный со склона в горизонтальном направлении «вниз» по склону, через $\tau = 0,9$ с движется со скоростью V_1 = 15 м/с. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.
2) Через какое время T после старта мяч упадет на склон?
3) На каком расстоянии S от точки старта мяч упадет на склон?

3. Цилиндрический сосуд с водой стоит на весах. В воду опустили льдинку с вмороженным в нее металлическим кубиком. Льдинка стала плавать, полностью погрузившись в воду, не касаясь дна и стенок. Уровень воды в сосуде повысился на $h = 8$ см, показание весов стало равным $P = 20$ Н. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м^3, плотность льда $\rho_1 = 0,9 \cdot \rho$, плотность металла $\rho_2 = 2,3 \cdot \rho$, площадь поперечного сечения сосуда $S = 75$ см^2. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

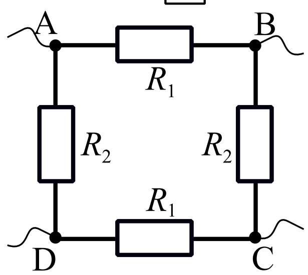
1) Найдите массу M сосуда с водой до погружения льдинки.
2) Найдите массу m_2 металлического кубика.
3) Изменится ли показание весов после таяния льда? Ответ обоснуйте.

4. В системе, показанной на рисунке, массы грузов равны соответственно $m_1 = m_3 = 2m = 0,2$ кг, $m_2 = m$. Первоначально систему удерживают, затем отпускают. Грузы приходят в движение. Начальные скорости всех грузов нулевые. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.Массы блоков и нитей по сравнению с массой грузов пренебрежимо малы. Нерастяжимые нити свободно скользят по блокам.



1) Найдите скорость V_1 груза 1 в тот момент, когда груз 1 опустится на $H = 1,5$ м.
2) Найдите силу T_1 натяжения нити, скрепленной с грузами 1 и 3.

5. При подключении источника постоянного напряжения к точкам A и B электрической цепи, схема которой представлена на рис., в цепи выделяется мощность P_1 = 150 Вт. При подключении того же источника постоянного напряжения к точкам B и C в цепи выделяется мощность P_2 =75 Вт.



1) Найдите отношение $\frac{R_2}{R_1}$.
2) Какая мощность P_3 будет выделяться в цепи при подключении того же источника постоянного напряжения к точкам A и C?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

Класс 9

Билет 09-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Пловец переплывает через реку шириной $d = 100$ м за время $\tau = 220$ с. За это время течение сносит его на $S = 200$ м. Скорость течения реки $V = 0,5$ м/с. Снос — это расстояние, на которое перемещается пловец вдоль реки к моменту достижения противоположного берега. В подвижной системе отсчета, связанной с водой, пловец движется с постоянной скоростью.

1) Найдите скорость u пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.
2) За какое наименьшее время T пловец может пересечь реку?

2. На плоском склоне с уклоном $\alpha = 30^0$ бросают мяч с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с перпендикулярной склону. Точка старта находится на поверхности склона. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

1) Через какое время T мяч упадет на склон первый раз?
2) На каком расстоянии S_1 от точки старта мяч упадет на склон первый раз?
3) На каком расстоянии S_2 от точки старта мяч упадет на склон во второй раз после упругого соударения с поверхностью склона?

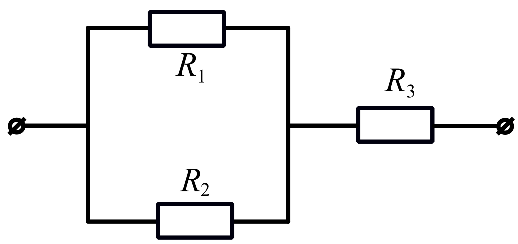
3. Некоторые планеты (Венера, Земля, Нептун) движутся вокруг Солнца по орбитам «близким» к круговым. Радиус орбиты Нептуна в $n = 30$ раз больше радиуса земной орбиты. Планеты движутся по орбитам в одной плоскости и в одном и том же направлении.

1) Вычислите продолжительность T_H года на Нептуне. Продолжительность земного года $T_З = 365$ суток.
2) Через какой наименьший промежуток времени τ расстояние между Землей и Нептуном достигает наибольшего значения?

4. На заснеженном склоне с углом наклона α к горизонту коэффициент трения скольжения лыжника на высотах меньших h равен μ_1 ($\mu_1 > \mathrm{tg}\alpha$), на больших высотах коэффициент трения скольжения лыжника равен μ_2 ($\mu_2 < \mathrm{tg}\alpha$). Ускорение свободного падения g.

1) С какой высоты H следует стартовать лыжнику с нулевой начальной скоростью, чтобы доехать до основания склона с нулевой конечной скоростью?
2) Найдите максимальную скорость V_{MAX} лыжника.
3) Найдите продолжительность T движения на участке торможения.

5. На сопротивлениях R_1, R_2, R_3 при подаче на каждое из них одного и того же напряжения выделяются мощности P, $P/2$, $P/3$, соответственно.



1) Какая мощность P_1 будет выделяться при подаче того же напряжения на параллельно соединенные сопротивления R_1 и R_2?
2) Какая мощность P_2 будет выделяться при подаче того же напряжения на цепь, в которой эти сопротивления соединены по схеме, приведённой на рисунке?

Олимпиада «Физтех» по физике 2019

Класс 9

Билет 09-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Лодочник пересекает реку шириной $d = 200$ м за время $\tau = 200$ с. За это время течение сносит лодку на $S = \sqrt{3} \cdot d$. В подвижной системе отсчета, связанной с водой, лодка движется со скоростью $u = 1{,}3$ м/с. Снос — это расстояние, на которое сместится лодка вдоль реки к моменту достижения противоположного берега. В подвижной системе отсчета, связанной с водой, лодка движется с постоянной скоростью.

1) Найдите скорость V течения реки.
2) За какое время T лодка пересечет реку, двигаясь по кратчайшему (относительно берега) пути?

2. На плоском склоне с уклоном $\alpha = 45^0$ бросают мяч с начальной скоростью $V_0 = 20$ м/с перпендикулярной склону. Точка старта находится на поверхности склона. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

1) Через какое время T после старта мяч будет находиться на максимальном расстоянии от склона?
2) Найдите скорость V_1 мяча перед соударением со склоном.
3) На каком расстоянии S_3 от точки старта мяч упадет на склон после двух абсолютно упругих ударов о склон?

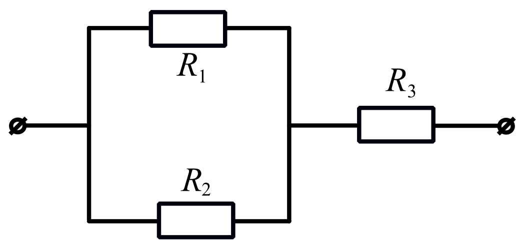
3. Некоторые планеты (Венера, Земля, Нептун) движутся вокруг Солнца по орбитам «близким» к круговым. Венера совершает один оборот вокруг Солнца за время $T_В = 0{,}615 \cdot T_З$, здесь $T_З = 365$ суток - продолжительность земного года. Планеты движутся по орбитам в одной плоскости и в одном и том же направлении.

1) Вычислите отношение $\frac{R_З}{R_В}$ радиуса земной орбиты к радиусу орбиты Венеры.
2) Через какой наименьший промежуток времени τ расстояние между Землей и Венерой достигает наименьшего значения?

4. На наклонной плоскости с углом наклона α к горизонту коэффициент трения скольжения шайбы по плоскости на высотах меньших некоторой неизвестной высоты h равен μ_1 ($\mu_1 > \mathrm{tg}\alpha$), на больших высотах коэффициент трения скольжения шайбы равен μ_2 ($\mu_2 < \mathrm{tg}\alpha$). По наклонной плоскости с высоты H шайба движется с нулевой начальной скоростью и останавливается у основания наклонной плоскости. Ускорение свободного падения g.

1) Найдите высоту h.
2) Найдите максимальную скорость V_{MAX} шайбы в процессе движения.
3) Найдите продолжительность T движения на участке разгона.

5. На сопротивлениях R_1, R_2, R_3 при подаче на каждое из них одного и того же напряжения выделяются мощности P, $2P$, $3P$, соответственно.



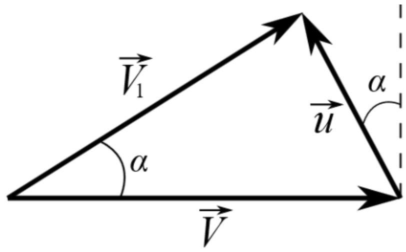
1) Какая мощность P_1 будет выделяться при подаче того же напряжения на эти три сопротивления, соединенные последовательно?
2) Какая мощность P_2 будет выделяться при подаче того же напряжения на цепь, в которой эти сопротивления соединены по схеме, приведённой на рисунке?

Олимпиада «Физтех». 2019 г. Физика. Билет 09-01

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) $\overrightarrow{v_1}$ – скорость пловца относительно земли. Минимальный снос будет, если угол α между $\vec{v}$ и $\overrightarrow{v_1}$ будет максимальный $\Rightarrow \overrightarrow{v_1} \perp \vec{u}$ и $\sin\alpha = \frac{u}{v} = 0{,}5 \Rightarrow \alpha = 30^0$.



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

2. 1) $\overrightarrow{v_1} = \overrightarrow{v_0} + \vec{g}\tau$; $\overrightarrow{v_0} \perp \vec{g}\tau$.

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) $H = \frac{(v_0\sin\alpha)^2}{2g\cos\alpha} = \frac{6\sqrt{3}}{5} \approx 2{,}1$ м.

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

2) $v_л$ – объём льда, $v_ш$ – объём шарика. Т.к. лед с шариком полностью в воде, то:

$v_л + v_ш = hS$ (1)

По закону Архимеда: $g\rho(v_л + v_ш) = g\rho_л v_л + g\rho_ш v_ш$ (2)

Из (1), (2): $v_л = \frac{\frac{\rho_ш}{\rho} - 1}{\frac{\rho_ш}{\rho_л} - 1}\frac{\rho}{\rho_л} hS$

$m_1 = \rho_л v_л = \frac{\frac{\rho_ш}{\rho} - 1}{\frac{\rho_ш}{\rho_л} - 1}\rho h S = 0{,}34$ 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.

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

2) a – ускорение грузов. $v_1 = \sqrt{2aH}$ (2)

Из (1), (2): $a = \frac{g}{5}$

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

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

5.

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

$2P_1 = U^2\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2 + 2R_1}\right)$ (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) Из (1): $P_1 = \frac{U^2 \cdot 2(x+1)}{R_1(2x+1)}$ (3)

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

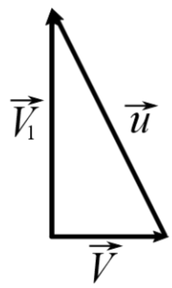
Из (3), (4): $P_3 = \frac{P_1(2x+1)}{(x+1)^2} = \frac{4\sqrt{3}}{\left(1+\sqrt{3}\right)^2}P \approx 0{,}93P \approx 93$ Вт

Олимпиада «Физтех». 2019 г. Физика. Билет 09-02

1.

1) При минимальном времени переправы скорость лодки относительно воды перпендикулярна берегу. При этом: $v = \frac{S}{\tau} = 1{,}5$ м/с
2) $u = \frac{d}{\tau} = 2{,}5$ м/с
3) $\overrightarrow{V_1}$ – скорость лодки относительно земли в случае кратчайшего (относительно берега) пути.
   Из треугольника скоростей: $V_1 = \sqrt{u^2 - v^2} = 2$ м/с

$$T = \frac{d}{V_1} = 75 \text{ с}$$



2.

1) $\overrightarrow{V_1} = \overrightarrow{V_0} + \vec{g}\tau$; $\overrightarrow{V_0} \perp \vec{g}\tau$.
   Из треугольника скоростей:

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

2) $T = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g\cos\alpha} = \frac{2V_0}{g} = 2{,}4\ \ c$
3) $S = V_0 \cos\alpha \cdot T + \frac{g \sin\alpha \cdot T^2}{2} = \frac{2\sqrt{2}V_0^2}{g} \approx 40{,}7$ м

3.

1) Т.к. сосуд цилиндрический, то: $P = Mg + g\rho hS \Longrightarrow M = \frac{P - g\rho hS}{g} = 1{,}4$ кг
2) $V_л$ – объём льда, $V_к$ – объём кубика.
   Т.к. лёд с кубиком полностью в воде, то: $V_л + V_к = hS$ (1)
   По закону Архимеда: $g\rho(V_л + V_к) = g\rho_л V_л + g\rho_к V_к$ (2)
   Из (1), (2): $V_К = \frac{\frac{\rho_л}{\rho} - 1}{\frac{\rho_л}{\rho_к} - 1}\frac{\rho}{\rho_к} hS$; $m_2 = \rho_к V_к = \frac{\frac{\rho_л}{\rho} - 1}{\frac{\rho_л}{\rho_к} - 1}\rho hS \approx 0{,}099$ кг $\approx 0{,}1$ 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.
   З.С.Э.: $2 \cdot 2mgH = mgH + \frac{5mV_1^2}{2} \Longrightarrow V_1 = \sqrt{2 \cdot \frac{3g}{5} H} = 3\sqrt{2} \approx 4{,}2$ м/с (1)
2) a – ускорение грузов.
   $V_1 = \sqrt{2aH}$ (2)
   Из (1), (2): $a = \frac{3}{5}g = 0{,}6g$
   Для 1-го груза: $2mg - T_1 = 2ma = 1{,}2mg$
   $T_1 = 0{,}8mg = 0{,}8$ Н

5.

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

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

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

2) Из (1): $P_1 = \frac{U^2 \cdot 2(x+1)}{R_1(2x+1)}$ (3)
   $P_3 = \frac{U^2}{(R_1 + R_2)/2} = \frac{2U^2}{R_1(x+1)}$ (4)

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

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

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

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

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

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

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

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

$T_\text{н} = T_\text{з}\sqrt{\left(\frac{r_\text{н}}{r_\text{з}}\right)^3} = 365\cdot\sqrt{30^3} \approx 59976$ сут ≈ 164 года. 2) $\left(\frac{2\pi}{T_\text{з}} - \frac{2\pi}{T_\text{н}}\right)\tau = 2\pi \Longrightarrow \tau = \frac{T_\text{н}T_\text{з}}{(T_\text{н} - T_\text{з})} = 367$ сут.

4. 1) Начальная скорость $V_0 = 0$, конечная скорость $V_к = 0$. Максимальная скорость V_{max} на высоте h.
Ось X направлена вдоль склона вниз. $F_\text{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

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

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

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

Используя (1), (2): $H = \frac{(\mu_1 - \mu_2)\cos\alpha}{(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)}h$. 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: $P = \frac{U^2}{R_1} \Longrightarrow R_1 = \frac{U^2}{P}$ (1); $\frac{P}{2} = \frac{U^2}{R_2} \Longrightarrow R_2 = \frac{2U^2}{P}$ (2); $\frac{P}{3} = \frac{U^2}{R_3} \Longrightarrow R_3 = \frac{3U^2}{P}$ (3)

1) Используя (1), (2): $P_1 = \frac{U^2}{\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}} = \frac{3}{2}P$. 2) Используя (1)÷(3): $P_2 = \frac{U^2}{\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + R_3} = \frac{3}{11}P$.

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

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

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

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

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

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

$T = \frac{V_0}{|a_y|} = \frac{V_0}{g\cos\alpha} = 2\sqrt{2} \approx 2{,}8$ с. 2) $V_1 = \sqrt{V_0^2 + (a_x \cdot 2T)^2} = \sqrt{5}V_0 \approx 44{,}7$ м/с

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

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

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

$\frac{R_з}{R_в} = \sqrt[3]{\left(\frac{T_з}{T_в}\right)^2} = \sqrt[3]{\frac{1}{0{,}615^2}} \approx 1{,}38.$ 2) $\left(\frac{2\pi}{T_з} - \frac{2\pi}{T_в}\right)\tau = 2\pi \Longrightarrow \tau = \frac{T_з T_в}{T_з - T_в} = 583$ сут $\approx 1{,}6$ года.

4. 1) Начальная скорость $V_0 = 0$, конечная скорость $V_к = 0$. Максимальная скорость V_{max} на высоте h. Ось X направлена вдоль склона вниз. $F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$

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

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

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

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

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

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

Критерии оценивания. Олимпиада «Физтех». 2019 г.
Билеты 09-03, 09-04.

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