Физика 9 класс

1. На зимних Олимпийских играх в Сочи на соревнованиях по конькобежному спорту на дистанции 10 км спортсмен из России финишировал первым с результатом 13 мин. Одновременно с ним на финише оказался другой спортсмен, который отстал от лидера на круг. Определите, насколько позже лидера гонки пришёл к финишу отставший спортсмен, если известно, что последний круг он пробежал с такой же средней скоростью, как и всю дистанцию, а длина круга 400 м.

Решение:

Пусть L — длина всей дистанции, l — длина круга, t — время, через которое оба спортсмена оказались на финише. Время, которое затратит отставший спортсмен на прохождение последнего круга равно:

$$\Delta t = \frac{l}{v}, \qquad (1) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

где v — средняя скорость движения на последнем круге. Эта скорость по условию задачи равна средней скорости движения на всей дистанции, поэтому

$$v = \frac{L - l}{t}. \qquad (2) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Подставляя (2) в (1), получим:

$$\Delta t = \frac{l}{L - l} \cdot t. \qquad (3) \qquad \textbf{(4 б.)}$$

Подставляя сюда численные значения, окончательно получим

ответ: $\Delta t = 32{,}5$ с. **(2 б.)**

2. Цилиндрический деревянный стакан высотой $H = 8$ см, до краёв наполненный водой, плавает в воде. Масса пустого стакана $m_0 = 80$ г, масса налитой в него воды $m = 200$ г. Найти, на какую глубину погружен стакан. Плотность воды в 1,5 раза больше плотности дерева.

Решение.

Введём следующие обозначения: S — площадь сечения стакана, h — глубина погружения стакана в воду, $\rho_в$ и $\rho_д$ — плотности воды и дерева. На стакан действуют сила тяжести $(m_0 + m)g$, направленная вниз, и сила Архимеда, направленная вверх и равная весу вытесненной жидкости $\rho_в(Sh)g$. Поскольку стакан находится в равновесии,

$$\rho_в(Sh)g=(m_0+m)g. \qquad (1) \qquad \textbf{(3 б.)}$$

Объём стакана вместе с водой SH состоит из объёма самого стакана $m_0/\rho_д$ и объёма налитой в него воды $m/\rho_в$:

$$SH=\frac{m_0}{\rho_д}+\frac{m}{\rho_в}. \qquad (2) \qquad \textbf{(3 б.)}$$

Исключим из уравнений (1) и (2) неизвестную величину S, разделив (1) на (2) и сократив g:

$$\frac{\rho_в h}{H}=\frac{m_0+m}{\dfrac{m_0}{\rho_д}+\dfrac{m}{\rho_в}},$$

и перенесём $\rho_в$ и H в правую часть:

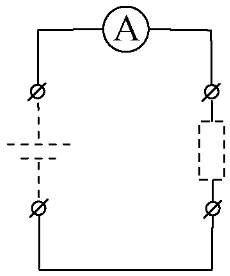
$$h=\frac{m_0+m}{\dfrac{\rho_в}{\rho_д}m_0+m}H. \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Подставив числовые значения, получим

ответ: 7 см. **(2 б.)**

3. В представленную на рисунке схему включали в различных комбинациях идеальные источники напряжения E_1 и E_2 (слева) и сопротивления R_1 и R_2 (справа) и измеряли ток в цепи. Результаты измерений тока в амперах занесли в таблицу. Найдите недостающее число в таблице.

	E_1	E_2
R_1	1	2
R_2	3	?



Решение.

Запишем закон Ома для всех комбинаций идеальных источников напряжения и сопротивлений:

$$I_{11}=\frac{E_1}{R_1}. \qquad (1) \qquad \textbf{(1 б.)}$$

$$I_{21}=\frac{E_2}{R_1}. \qquad (2) \qquad \textbf{(1 б.)}$$

$$I_{12}=\frac{E_1}{R_2}. \qquad (3) \qquad \textbf{(1 б.)}$$

$$I_{22}=\frac{E_2}{R_2}. \qquad \textbf{(1 б.)}$$

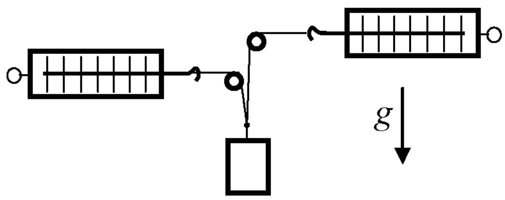
Видно, что последнее выражение можно получить, используя выражения (1), (2) и (3):

$$I_{22} = \frac{I_{12} I_{21}}{I_{11}}.$$ **(4 б.)**

Подставляя в это выражение значения из таблицы, получим

ответ: $I_{22} = 6\,\text{А}$. **(2 б.)**

4. Имеется два динамометра, пружины которых имеют вдвое различающиеся коэффициенты жесткости. Динамометры закреплены, к их концам привязаны нити, которые перекинуты через неподвижные блоки (см. рисунок). Концы нитей связаны, и к узлу подвешен груз. При этом динамометр с более жесткой пружиной показывает F_1 = 1 Н, а другой показывает F_2 = 3,5 Н. Какими будут показания динамометров, если массу груза увеличить вдвое? Динамометры исправны, трением пренебречь.



Решение:

Обозначим жёсткость второй пружины k, тогда из условия задачи жёсткость первой пружины равна $2k$. После увеличения массы груза пружины растянулись дополнительно на одинаковую величину, которую мы обозначим буквой x. Тогда, по закону Гука:

$$F_1' = F_1 + (2k)x, \quad (1)$$ **(2 б.)**

$$F_2' = F_2 + kx, \quad (2)$$ **(2 б.)**

где F_1', F_2' — новые показания динамометров. Поскольку масса груза удвоилась

$$F_1' + F_2' = 2(F_1 + F_2).$$ **(2 б.)**

Подставим сюда (1) и (2) и выразим x:

$$x = \frac{F_1 + F_2}{3k}.$$

Подставив это выражение в (1) и (2), получим:

$$F_1' = F_1 + \frac{2}{3}(F_1 + F_2),$$ **(1 б.)**

$$F_2' = F_2 + \frac{1}{3}(F_1 + F_2).$$ **(1 б.)**

Подставляя сюда численные значения, получим:

ответ: $F_1' = 4\,\text{Н}$, $F_2' = 5\,\text{Н}$. **(2 б.)**

5. В скафандр космического пирата вмонтирован реактивный двигатель с управляемым углом тяги. Находясь на поверхности Луны, он заметил погоню и включил двигатель. На каком максимальном расстоянии от начального положения он сможет оказаться за время t работы двигателя, оптимальным образом выбрав направление тяги двигателя? Каким при этом должно быть направление его полёта: вертикальным, горизонтальным или под иным определённым углом к горизонту? Масса экипированного пирата m, сила тяги двигателя F, ускорение свободного падения на Луне $g_л$ ($F > mg_л$). Изменением массы можно пренебречь. Расстояние, которое пролетел пират, считать малым по сравнению с размером Луны.

Решение:

Во время работы двигателя на пирата действует сила тяжести $m\vec{g}_л$ и сила тяги двигателя $\vec{F}$, направленная под оптимально выбранным углом к силе тяжести. Поэтому, пират будет лететь с ускорением

$$\vec{a} = \vec{g}_л + \frac{\vec{F}}{m}, \qquad (1) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

и пролетит расстояние

$$S = \frac{at^2}{2}, \qquad (2) \qquad \textbf{(1 б.)}$$

которое будет тем большим, чем больше a.

Обозначим угол между $\vec{g}_л$ и $\vec{a}$ буквой α. Из (1) следует

$$\frac{F^2}{m^2} = \left(\vec{a} - \vec{g}_л\right)^2 = a^2 + g_л^2 - 2ag_л\cos\alpha.$$

Решая полученное квадратное уравнение, найдём:

$$a = g_л\cos\alpha \pm \sqrt{g_л^2\cos^2\alpha + \frac{F^2}{m^2} - g_л^2}. \qquad (3)$$

Знак «–» перед корнем не подходит, т.к. даёт отрицательное значение модуля $\vec{a}$. Из полученного выражения видно, что a монотонно возрастает при убывании α. Однако α не может быть меньше π/2, т.к. такие углы соответствуют «полёту» под поверхность Луны. Таким образом, максимально возможное значение a соответствует углу α = π/2,

т.е. пират должен лететь **<u>горизонтально</u>**. **(3 б.)**

При α = π/2 из (3) получим:

$$a = \sqrt{\frac{F^2}{m^2} - g_л^2}\ . \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Подставив это выражение в (2), получим

ответ: $$S = \frac{t^2}{2}\sqrt{\frac{F^2}{m^2} - g_л^2}\ . \qquad \textbf{(2 б.)}$$

**Примечание:* *Если школьник доказал, что пират должен лететь горизонтально из других соображений (например с помощью геометрических построений), то это также оценивается в 3 балла.*

Критерии определения победителей и призеров на заключительном этапе открытой межвузовской олимпиада школьников Сибирского Федерального округа «Будущее Сибири» по **физике** 2013/2014 г

Степень диплома	**Сумма баллов**			
	8 класс	**9 класс**	**10 класс**	**11 класс**
Диплом 1 степени (Победитель)	32-40	35-50	37-50	48-60
Диплом 2 степени (Призер)	28-31	30-34	33-36	40-47
Диплом 3 степени (Призер)	20-27	24-29	29-32	30-39

Председатель жюри
олимпиады «Будущее Сибири» по физике
д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой ПиТФ НГТУ Дубровский В.Г.

Председатель Окружного совета
Олимпиады школьников СФО
«Будущее Сибири»
Ректор НГТУ, профессор Н.В. Пустовой

18 марта 2014 года