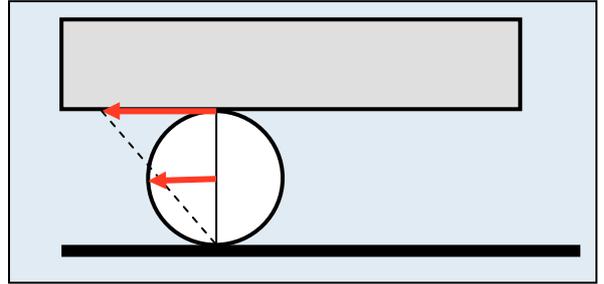


Решение задач I этапа кубка по физике

Задача 1

Скорость перемещения ящика равна скорости верхней точки катка, а скорость перемещения катка равна скорости центра катка относительно земли. Из чертежа видно, что скорость ящика в 2 раза больше скорости катка



Ответ: в 2 раза

Разбалловка

Геометрически или физически доказано, что скорость верхней точки обода относительно земли в два раза больше скорости оси колеса – 8б

Дан правильный ответ – 2б

Задача 2

1) Найдём время полёта мальчика.

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}; t = \frac{2 \cdot 5 \cdot 0,87}{10} = 0,87c.$$

Значит, камень брошен после приземления.

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}; H = \frac{25 \cdot 0,75}{2 \cdot 10} = 0,94 м.$$

Ответ: **0,94 м**

Разбалловка

Записано выражение $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ - 3б

Записано выражение $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ - 3б

Найдено полное время полета мальчика – 2б

Дан правильный ответ – 2б

Задача 3

$$t = t_1 + (t_1 + \Delta t) + (t_1 + 2\Delta t) + (t_1 + 3\Delta t) + (t_1 + 4\Delta t) = 5t_1 + 10\Delta t;$$

$$\Delta t = \frac{t - 5t_1}{10}; \Delta t = \frac{16 \cdot 60 - 15 \cdot 60}{10} = 6 \text{ с}$$

Ответ: 6 с

Разбалловка

Записано выражение $t = t_1 + (t_1 + \Delta t) + (t_1 + 2\Delta t) + (t_1 + 3\Delta t) + (t_1 + 4\Delta t) = 5t_1 + 10\Delta t - 4б$

Записано выражение $\Delta t = \frac{t - 5t_1}{10} - 4б$

Дан правильный ответ – 2б

Задача 4

Чтобы Солнце постоянно было в зените, самолет относительно Земли должен двигаться с Востока на Запад (вслед за Солнцем) и время его обращения вокруг оси Земли должно быть равно времени обращения самой Земли вокруг собственной оси.

Скорость движения самолета по окружности $v = \frac{2\pi r}{T}$, где $r = R + h$.

Т.к. высота полета намного меньше радиуса Земли, то $r \approx R$. Тогда

$$v = \frac{2\pi R}{T}; v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,4 \cdot 10^6}{24 \cdot 3,6 \cdot 10^3} = 465 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 465 м/с

Разбалловка

Указано направление движения самолета – 2б

Указано, что высота полёта много меньше радиуса Земли – 3б

Записано выражение $v = \frac{2\pi R}{T} - 3б$

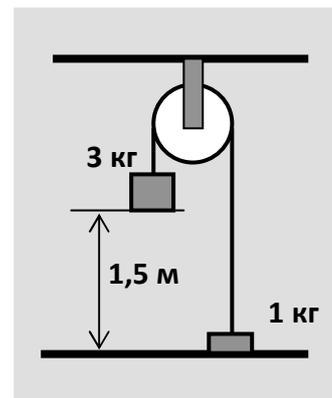
Дан правильный ответ – 2б

Задача 5

Потенциальная энергия большого груза уменьшится, а малого увеличится. Потенциальная энергия системы грузов уменьшится.

$$\Delta E = Mgh - mgh = gh(M-m); \Delta E = 10 \cdot 1,5 \cdot 2 = 30 \text{ Дж}$$

Ответ: уменьшится на 30 Дж



Разбалловка

Записано выражение для потенциальной энергии груза большей массы – 3б

Записано выражение для потенциальной энергии груза меньшей массы – 3б

Записано выражение $\Delta E = Mgh - mgh = gh(M-m)$ – 2б

Дан правильный ответ – 2б

Задача 6

Потенциальная энергия воздуха переходит в потенциальную энергию шара.

Разбалловка

Указано, что потенциальная энергия шара увеличивается – 3б

Указано, что кинетическая энергия шара не меняется – 3б

Упоминается закон сохранения энергии – 2б

Дан правильный ответ – 2б

Задача 7

Если M – масса обезьяны, а m – масса банана то по закону сохранения импульса

$$mv_1 = Mv_2 + mv_2;$$

$$v_1 = \frac{M}{m}v_2 + v_2;$$

$$\frac{M}{m} = \frac{v_1 - v_2}{v_2} = \frac{v_1}{v_2} - 1; \quad \frac{M}{m} = 100 - 1 = 99.$$

Ответ: в 99 раз

Разбалловка

Записано выражение $mv_1 = Mv_2 + mv_2 - 3б$

Записано выражение $v_1 = \frac{M}{m}v_2 + v_2 - 2б$

Записано выражение $\frac{M}{m} = \frac{v_1 - v_2}{v_2} = \frac{v_1}{v_2} - 1 - 3б$

Дан правильный ответ – 2б

Задача 8

Работа равна разности потенциальных энергий стопки кирпичей и кирпичей, разбросанных по полу. $A = E_2 - E_1$.

Потенциальная энергия кирпичей, разбросанных по земле $E_1 = \frac{mgh}{2}n$.

Потенциальная энергия кирпичей, сложенных в стопку $E_2 = nmg \frac{nh}{2}$, где $\frac{nh}{2}$ - положение центра тяжести стопки кирпичей.

Следовательно, $A = \frac{mghn}{2}(n - 1)$.

Ответ: $A = \frac{mghn}{2}(n - 1)$.

Равзбалловка

Записано выражение $A = E_2 - E_1 - 2б$

Записано выражение $E_1 = \frac{mgh}{2}n - 3б$

Записано выражение $E_2 = nmg \frac{nh}{2} - 3б$

Записан правильно ответ $A = \frac{mghn}{2}(n - 1) - 2б$

Задача 9

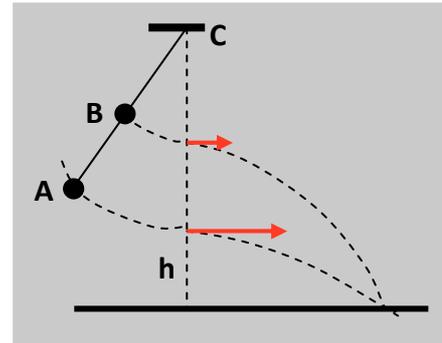
Обозначим $AB=BC$ через l .

По ЗСЭ:

$$mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{mv^2}{2};$$

$$v = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)};$$

$$H = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}; s = 2\sqrt{lH(1 - \cos \alpha)}.$$



Запишем сначала для верхнего, потом для нижнего шариков:

$$s_1 = 2\sqrt{l(h+l)(1 - \cos \alpha)}; s_2 = 2\sqrt{2lh(1 - \cos \alpha)}.$$

Приравняем расстояния: $h+l=2h$; $l=h$; $h=1$ м

Ответ: 1 м

Разбалловка

Записано выражение $mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{mv^2}{2}$ - 2б

Записано выражение $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ - 2б

Записано выражение $s = 2\sqrt{lH(1 - \cos \alpha)}$ - 2б

Записаны выражения $s_1 = 2\sqrt{l(h+l)(1 - \cos \alpha)}$; $s_2 = 2\sqrt{2lh(1 - \cos \alpha)}$ - 3б

Дан правильный ответ - 1б

Задача 10

В тот момент, когда смещение x равно нулю, скорость максимальна, следовательно для скорости при колебаниях: $v = v_{\max} \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t$; $\frac{1}{2} = \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t$.

Косинус равен $\frac{1}{2}$, когда аргумент равен $\pi/3$, поэтому $\frac{2\pi t}{T} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{T}{6}$.

Ответ: $\frac{T}{6}$.

Приблизительный ответ можно также получить, решив задачу графически.

Разбалловка

Записано выражение $v = v_{\text{макс}} \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t - 3\text{б}$

Записано выражение $\frac{1}{2} = \cos \frac{2\pi}{T} \cdot t - 2\text{б}$

Записано выражение $\frac{2\pi t}{T} = \frac{\pi}{3} - 3\text{б}$

Дан правильный ответ – 2б