

Разбор решения задач второй части ЕГЭ по физике по теме «Механика»

При подготовке к сдаче ЕГЭ по физике особое внимание уделяется решению задач второй части. Достаточно большое их количество предлагается именно по теме Механика. Раздел физики «Механика» включает в себя большое число подразделов:

- Кинематика;
- Динамика;
- Статика;
- Законы сохранения в механике;
- Механические колебания и волны.

При этом задачи из данного раздела чаще всего встречаются в КИМах. Для успешной сдачи экзамена необходимо знать все формулы и теоретическую основу для решения количественных и качественных задач.

Рассмотрим некоторые из них.

№27 (1) Механика – качественная задача. Деревянный брусок плавает на поверхности воды в миске. Миска покоится на поверхности Земли. Что произойдет с глубиной погружения бруска в воду, если миска будет стоять на полу лифта, который движется с ускорением, направленным вертикально вверх? Ответ поясните, используя физические закономерности.

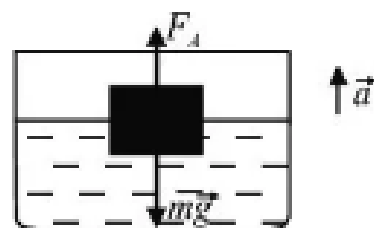
Решение.

1. Сила Архимеда, которая поддерживает брусок на поверхности воды, равна по модулю весу вытесненной бруском воды.

2. Когда брусок, вода и миска покоятся относительно Земли, одна и та же сила Архимеда уравнивает силу тяжести, как в случае плавающего бруска, так и в случае вытесненной им воды. Поэтому масса бруска и масса вытесненной им воды одинаковы.

3. Когда брусок, вода и миска покоятся относительно друг друга, но движутся с ускорением относительно Земли, одна и та же сила Архимеда вместе с силой тяжести сообщает одно и то же ускорение как плавающему бруску, так и воде в объеме, вытесненном бруском, что приводит к соотношению:

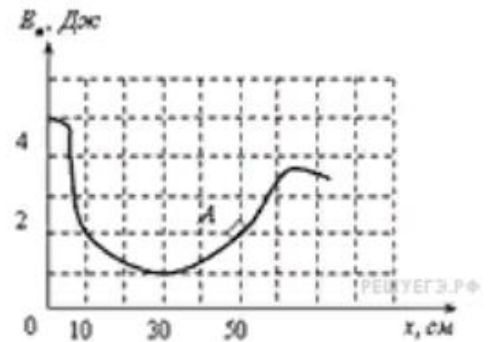
соотношению: $\vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}$ проекция будет $F_A = m(a-g) = m_{\text{вытесненной воды}}(a-g)$



откуда следует, что и при движении относительно Земли с ускорением $a \neq g$ масса бруска и масса вытесненной им воды одинаковы. Поскольку масса бруска одна и та же, масса вытесненной им воды в обоих случаях одинакова. Вода практически несжимаема, поэтому плотность воды в обоих случаях одинакова. Значит, объем вытесненной воды не изменяется, глубина погружения бруска в лифте остается прежней.

№27 (2) Механика – качественная задача.

После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке A с координатой $x=50$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



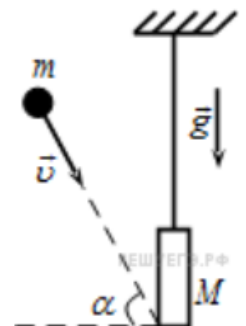
В некоторый момент времени льдинка находилась в точке A с координатой $x=50$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Решение.

- 1) Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.
- 2) Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке A позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия составит 4 Дж.
- 3) Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на вершине этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

№28 (1) Механика – расчетная задача.

Доска массой 0,8 кг шарнирно подвешена к потолку на легком стержне. На доску со скоростью 10 м/с налетает пластилиновый шарик массой 0,2 кг и прилипает к ней. Скорость шарика перед ударом направлена под углом 60° к нормали к доске (см. рисунок). Чему равна высота подъема доски относительно положения равновесия после соударения? Ответ укажите в метрах с точностью до двух знаков после запятой.



Решение Поскольку в горизонтальном направлении на систему не действует никаких сил, для доски с пластилиновым шариком выполняется закон

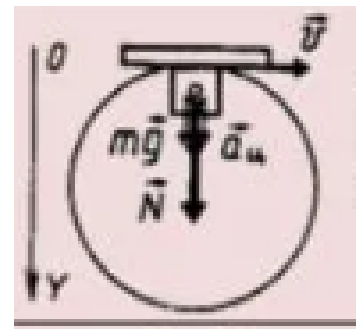
сохранения горизонтальной компоненты импульса: $mv \cos \alpha = (m+M)u$, v - скорость доски с шариком сразу после удара. Отсюда находим

$$u = \frac{mv \cos \alpha}{(m+M)} = \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot \cos 60^\circ}{0,2 \text{ кг} + 0,8 \text{ кг}} = 1 \text{ м/с}.$$

После удара доска с прилипшим к ней шариком начинает отклоняться на нити, как маятник. При этом выполняется закон сохранения энергии, вся кинетическая энергия, которой доска обладала в нижнем положении переходит в потенциальную энергию при максимальном отклонении:

$$\frac{(m+M)u^2}{2} = (m+M)gh. \quad h = \frac{u^2}{2g} = \frac{(1 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 0,05 \text{ м}.$$

№29 (1) Механика – расчетная задача. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сидение тележки равна 700 Н при скорости движения тележки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 Н/кг



Решение. При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение $m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$

Сила P давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе N упругости, действующей на человека. $|N|=|P|$;

Центростремительное ускорение равно: $a_{цс} = v^2/R$

$$\text{Выразим и подставим } R = \frac{v^2}{a_{цс}} = \frac{v^2}{g + \frac{P}{m}} = \frac{100 \text{ м}^2/\text{с}^2}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{700 \text{ Н}}{70 \text{ кг}}} = 5 \text{ м}$$

Список литературы

1. <http://900igr.net/prezentacija/fizika/dinamika-dvizhenija-tela-po-okruzhnosti-63545/mertvaja-petlja-17.html>
2. <https://phys-ege.sdamgia.ru/>