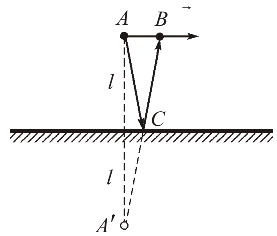
10 класс

Вариант №1

Задача №1



Звуковая волна, «отделившись» от источника в точке A (см. рисунок), будет распространяться во всех направлениях с постоянной скоростью c. Через некоторое время волновой фронт достигнет обрыва, отразится и начнет распространяться от него так, как будто все точки обрыва стали источником новых волн.

За время t от момента выстрела до того, как пилот вертолета услышал эхо, вертолет пролетел расстояние

$$S_1 \quad AB \quad t,$$

а волна за это время прошла путь до обрыва, отразилась и достигла вертолета в точке B.

Поскольку волна распространяется во всех направлениях, то она «выберет» самый короткий путь от точки A до обрыва, а затем до точки B. Этот путь легко найти, например построив точку A', расположенную симметрично точке A относительно обрыва. Действительно, по построению длина ломанной ACB равна длине прямой $A'B$ и является минимальной из всех ломанных A обрыв – B.

Следовательно, за время t волна прошла путь

$$S_2 \quad ACB \quad A'B \quad c \quad t.$$

Из $AA'B$ на основании теоремы Пифагора получим

$$(A'B)^2 \quad (A'A)^2 \quad (AB)^2,$$

или

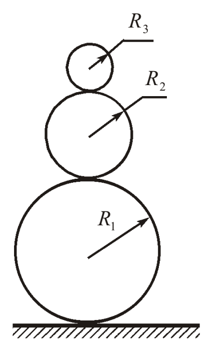
$$(c \quad t)^2 \quad (2\,l)^2 \quad (\quad t)^2.$$

Отсюда находим:

$$c^2 \quad t^2 \quad 4\,l^2 \quad {}^2 \quad t^2; \quad (c^2 \quad {}^2) \quad t^2 \quad 4\,l^2; \quad t \quad \frac{2\,l}{\sqrt{c^2 \quad {}^2}} \quad 1{,}2 \text{ с.}$$

Ответ: $t \quad \dfrac{2\,l}{\sqrt{c^2 \quad {}^2}} \quad 1{,}2$ с.

Задача №2



Используя отношения радиусов шаров $R_1{:}R_2{:}R_3 \quad 3{:}2{:}1$, массы шаров

$$m_1 \quad V_1 \quad {}^4\!/_3 \quad R_1^3; \quad m_2 \quad V_2 \quad {}^4\!/_3 \quad R_2^3; \quad m_3 \quad V_3 \quad {}^4\!/_3 \quad R_3^3$$

(где плотность снега) представим через радиус самого маленького шара:

$$m_1 \quad {}^4\!/_3 \quad 27\,R_3^3; \quad m_2 \quad {}^4\!/_3 \quad 8\,R_3^3; \quad m_3 \quad {}^4\!/_3 \quad R_3^3.$$

При изготовлении шаров будут совершены работы соответственно

$$A'_1 \quad m_1\,g\,R_1 \quad m_1\,g\,3\,R_3 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 81\,R_3^4;$$
$$A'_2 \quad m_2\,g\,R_2 \quad m_2\,g\,2\,R_3 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 16\,R_3^4;$$
$$A'_3 \quad m_3\,g\,R_3 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad R_3^4.$$

Для того, чтобы установить шары на место, необходимо совершить работы

$$A''_1 \quad 0;$$
$$A''_2 \quad m_2\,g\,2\,R_1 \quad m_2\,g\,6\,R_3 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 48\,R_3^4;$$
$$A''_3 \quad m_3\,g\,(2\,R_1 \quad 2\,R_2) \quad m_3\,g\,10\,R_3 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 10\,R_3^4.$$

Полная работа по изготовлению и установлению на место каждого из шаров

$$A_1 \quad A'_1 \quad A''_1 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 81\,R_3^4;$$
$$A_2 \quad A'_2 \quad A''_2 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 64\,R_3^4;$$
$$A_3 \quad A'_3 \quad A''_3 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 11\,R_3^4,$$

а работа по построению снеговика

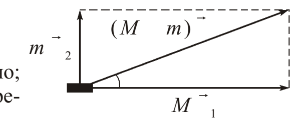
$$A \quad A_1 \quad A_2 \quad A_3 \quad {}^4\!/_3 \quad g \quad 156\,R_3^4.$$

Следовательно, Ниф-ниф, Наф-наф и Нуф-нуф выполнят части всей работы, затраченной на построение снеговика, равные, соответственно

$$_1 \quad \frac{A_1}{A} \quad \frac{81}{156}; \qquad _2 \quad \frac{A_2}{A} \quad \frac{64}{156}; \qquad _3 \quad \frac{A_3}{A} \quad \frac{11}{156}.$$

Ответ: $_1 \quad {}^{81}\!/_{156}; \quad _2 \quad {}^{64}\!/_{156}; \quad _3 \quad {}^{11}\!/_{156}.$

Задача №3



Между телами системы происходит абсолютно неупругий удар.

На основании закона сохранения импульса

$$M\,\vec{}_1 \quad m\,\vec{}_2 \quad (M \quad m)\,\vec{},$$

где M, m массы космического корабля и метеорита соответственно; $\vec{}_1$, $\vec{}_2$, $\vec{}$ их скорости до соударения и общая скорость после соударения.

Изобразим на рисунке направления импульсов тел системы, учитывая, что скорости корабля и метеорита взаимно перпендикулярны.

Из рисунка следует, что результирующий импульс будет направлен под углом к импульсу корабля до его соударения с метеоритом, причем

$$\operatorname{tg} \quad \frac{m \quad _2}{M \quad _1},$$

или с учетом условия задачи ($m \quad n\,M$, $_2 \quad k \quad _1$)

$$\operatorname{tg} \quad \frac{n\,M\,k \quad _1}{M \quad _1} \quad n\,k; \qquad \operatorname{arctg}(n\,k) \quad 0{,}057^{\circ}.$$

Ответ: на $\operatorname{arctg}(n\,k) \quad 0{,}057^{\circ}$.

Задача №4

На основании уравнения состояния идеального газа

$$P \quad n\,k\,T$$

концентрация молекул воздуха на высоте орбиты спутника

$$n \quad \frac{P}{k\,T}.$$

При движении со скоростью $\vec{}$ за время t спутник столкнется с молекулами воздуха, содержащимися в цилиндре объемом $V \quad t\,S$, в котором находится

$$N \quad n\,V \quad \frac{P}{k\,T} \quad t\,S \quad 1{,}98 \quad 10^{21} \text{ молекул.}$$

Ответ: $N \quad \dfrac{P}{k\,T} \quad t\,S \quad 1{,}98 \quad 10^{21}$.

Задача №5

Под весом песка поршень будет опускаться, сжимая пружину. Поскольку под поршнем находится насыщенный пар, то при уменьшении объема часть его сконденсируется, а пар останется насыщенным.

Пренебрегая объемом сконденсировавшейся воды, запишем уравнение Менделеева – Клапейрона в начальном и конечном состояниях пара в виде

$$P_{\text{н}}\,V \quad \frac{m_1}{}\,R\,T; \qquad P_{\text{н}}\,\frac{V}{n} \quad \frac{m_2}{}\,R\,T,$$

где m_1, m_2 массы пара под поршнем до и в конце сжатия.

При конденсации массы пара

$$m \quad m_1 \quad m_2 \quad \frac{(n \quad 1) \quad P_{\text{н}}\,V}{n\,R\,T}$$

будет выделено количество теплоты

$$Q \quad r \quad m \quad \frac{(n \quad 1)\,r \quad P_{\text{н}}\,V}{n\,R\,T} \quad 5{,}25 \text{ кДж,}$$

которое будет отведено от цилиндра.

Ответ: $Q \quad \dfrac{(n \quad 1)\,r \quad P_{\text{н}}\,V}{n\,R\,T} \quad 5{,}25$ кДж.

Задача №6

Чтобы сложить две заряженные пластины, надо совершить работу $A_2 \quad A$ по преодолению силы отталкивания пластин. Чтобы сложить с ними третью пластину, надо совершить работу $2\,A$ по преодолению силы отталкивания двух пластин. При этом работа, совершаемая при складывании трех пластин, $A_3 \quad A_2 \quad 2\,A \quad 3\,A$. Чтобы сложить с тремя пластинами четвертую, надо совершить работу $3\,A$ по преодолению силы отталкивания уже трех пластин. При этом работа, совершаемая при складывании четырех пластин, $A_4 \quad A_3 \quad 3\,A \quad 6\,A$. Чтобы сложить с четырьмя пластинами пятую, надо совершить работу $4\,A$ по преодолению силы отталкивания четырех пластин. При этом работа, совершаемая при складывании пяти пластин,

$$A_5 \quad A_4 \quad 4\,A \quad 10\,A \quad 10^{-2} \text{ Дж.}$$

Ответ: $A_5 \quad 10\,A \quad 10^{-2}$ Дж.

Председатель центральной методической комиссии по физике