Вариант №1

Задача №1

При попутном ветре:

$$S \quad (\quad _{с} \qquad _{в}) \quad t_1;$$

при встречном ветре:

$$S \quad (\quad _{с} \qquad _{в}) \quad t_2;$$

в безветренную погоду:

$$S \quad _{с} \quad t,$$

где $_{в}$, $_{с}$ скорость ветра и скорость самолета относительно воздуха. Следовательно,

$$\frac{S}{t_1} \quad _{с} \quad _{в}; \quad \frac{S}{t_2} \quad _{с} \quad _{в}; \quad _{с} \quad \frac{S\,(\ t_1 \quad t_2)}{t_1 \quad t_2}; \quad t \quad \frac{S}{_{с}} \quad \frac{2\ t_1\ t_2}{t_1 \quad t_2} \quad 96\ \text{мин} \quad 1\ \text{ч}\ 36\ \text{мин}.$$

Ответ: $t \quad \frac{2\ t_1\ t_2}{t_1 \quad t_2} \quad 96$ мин $\quad 1$ ч 36 мин.

Задача №2

Уравнение движения тележки на всех колесах:

$$m\,a \quad F.$$

Уравнение движения тележки при заклинивании одной оси:

$$m\,a_1 \quad F \quad F_{тр\,1}; \quad 0 \quad N_1 \quad \tfrac{1}{2} m\,g; \quad F_{тр\,1} \quad N_1.$$

Уравнение движения тележки при заклинивании обеих осей:

$$m\,a_2 \quad F \quad F_{тр\,2}; \quad 0 \quad N_2 \quad m\,g; \quad F_{тр\,2} \quad N_2.$$

С учетом условия задачи ($a_1 \quad a/n$) получим:

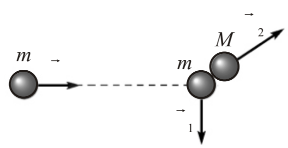
$$m\,a_1 \quad m\,n\,a_1 \quad \tfrac{1}{2} \quad m\,g; \qquad m\,g \quad 2\,m\,a_1\,(n \quad 1); \quad m\,a_2 \quad m\,n\,a_1 \qquad m\,g;$$

$$m\,a_2 \quad n\,m\,a_1 \quad 2\,m\,a_1\,(n \quad 1); \quad a_1/a_2 \quad 1/(2 \quad n) \quad 2.$$

Ответ: $a_1/a_2 \quad 1/(2 \quad n) \quad 2.$

Задача №3

Поскольку удар абсолютно упругий, то выполняются законы сохранения импульса и механической энергии:

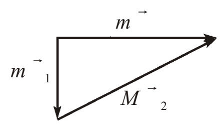


$$m \vec{} \quad m \vec{}_1 \quad M \vec{}_2;$$

$$\tfrac{1}{2} m \quad ^2 \quad \tfrac{1}{2} m \quad ^2_1 \quad \tfrac{1}{2} M \quad ^2_2, \qquad (1)$$

где $\vec{}$ начальная скорость шарика; $\vec{}_1$, $\vec{}_2$ скорости шарика и шара после столкновения.

Изобразим на рисунке направления импульсов тел до и после соударения. Следовательно,



$$M^2 \quad ^2_2 \quad m^2\,(\quad ^2 \quad ^2_1). \qquad (2)$$

Из уравнений (1) (2) с учетом условия задачи ($_1$ $\tfrac{2}{3}$) получим:

$$m\,(\ ^2 \quad ^2_1) \quad M \ ^2_2; \quad m \quad \frac{M \ ^2_2}{^2 \quad ^2_1}; \quad M^2 \ ^2_2 \quad \frac{M^2 \ ^4_2}{(\ ^2 \quad ^2_1)^2}(\ ^2 \quad ^2_1);$$

$$_2 \quad \frac{^2 \quad ^2_1}{\sqrt{ \ ^2 \quad ^2_1}} \quad \frac{^2 \quad \tfrac{4}{9} \ ^2}{\sqrt{ \ ^2 \quad \tfrac{4}{9} \ ^2}} \quad \frac{5}{3\sqrt{13}}; \quad \frac{_1}{_2} \quad \frac{2\sqrt{13}}{5} \quad 1{,}44.$$

Ответ: $\frac{_1}{_2} \quad \frac{2\sqrt{13}}{5} \quad 1{,}44.$

Задача №4

Запишем условия плавания бруска до и после таяния льда:

$$2\,m\,g \quad F_{Арх\,1}, \ \text{или} \ 2\,m\,g \quad _{в} V_{погр\,1}\,g; \quad m\,g \quad F_{Арх\,2}, \ \text{или} \ m\,g \quad _{в} V_{погр\,2}\,g.$$

Следовательно, в воде будут находиться части бруска, объемы которых

$$V_{погр\,1} \quad 2m/ \ _{в}; \quad V_{погр\,2} \quad m/ \ _{в}.$$

После таяния массы m льда появится такая же масса воды, объем которой

$$V_{в} \quad m/ \ _{в}.$$

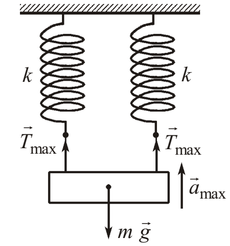
Объем воды $V_{в}$, образованной от таяния льда, равен разности объемов

$$V \quad V_{погр\,1} \quad V_{погр\,2} \quad m/ \ _{в} \quad V_{в}.$$

Следовательно, после того как лед растает, уровень воды в сосуде не изменится.

Ответ: вода из сосуда не выльется.

Задача №5



Максимальная сила натяжения нитей будет в крайнем нижнем положении бруска. Запишем уравнение движения бруска в крайней нижней точке:

$$m\,a_{\max} \quad 2\,T_{\max} \quad m\,g.$$

Отсюда получим

$$T_{\max} \quad \tfrac{1}{2} m\,(a_{\max} \quad g),$$

где $a_{\max} \quad ^2 A$ максимальное ускорение бруска.

Поскольку для пружинного маятника

$$\sqrt{k/m},$$

то

$$T_{\max} \quad \tfrac{1}{2} m\,(\ ^2 A \quad g) \quad \tfrac{1}{2} m\,(A\,k/m \quad g) \quad \tfrac{1}{2} m\,(2A\,k/m \quad g) \quad k\,A \quad \tfrac{1}{2} m\,g \quad 3{,}45\ \text{Н},$$

где учтено, что суммарный коэффициент жесткости системы пружин $k \quad 2\,k$.

Ответ: $T_{\max} \quad k\,A \quad \tfrac{1}{2} m\,g \quad 3{,}45$ Н.

Задача №6

Записав уравнение Менделеева Клапейрона до утечки газа и после заделки пробоины в виде

$$P_1 V \quad _1 R\,T_1; \quad P_2 V \quad _2 R\,T_2$$

(где $P_2 \quad (1 \quad) P_1$; $T_2 \quad (1 \quad n) T_1$ конечное давление и температура газа), получим

$$x \quad \frac{_1 \quad _2}{_1} \quad 1 \quad \frac{_2}{_1} \quad 1 \quad \frac{P_2}{T_2}\frac{T_1}{P_1} \quad 1 \quad \frac{1}{1 \quad n} \quad \frac{n}{1 \quad n} \quad 0{,}033 \quad 3{,}3\%.$$

Ответ: $x \quad \frac{n}{1 \quad n} \quad 0{,}033 \quad 3{,}3\%$.

Задача №7

Поскольку процесс протекал так, что давление газа изменялось прямо пропорционально температуре ($P \sim T$), то объем газа не изменялся, т.е. процесс был изохорический. Следовательно, работа газа

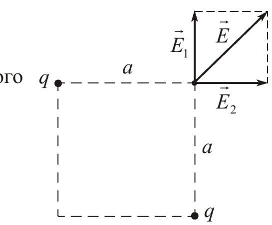
$$A \quad 0,$$

а изменение внутренней энергии

$$U \quad \tfrac{3}{2} \quad R \quad T \quad 168{,}3\ \text{Дж}.$$

Ответ: $U \quad \tfrac{3}{2} \quad R \quad T \quad 168{,}3$ Дж; $A \quad 0$.

Задача №8



На основании принципа суперпозиции напряженность электрического поля в вершинах квадрата, свободных от зарядов,

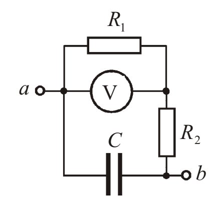
$$E \quad \sqrt{E_1^2 \quad E_2^2} \quad \sqrt{2}\,k\,q/a^2.$$

Отсюда получим

$$q \quad \frac{a^2 E}{\sqrt{2}\,k} \quad 1{,}4 \quad 10^{-9}\ \text{Кл}.$$

Ответ: $q \quad \frac{a^2 E}{\sqrt{2}\,k} \quad 1{,}4 \quad 10^{-9}$ Кл.

Задача №9



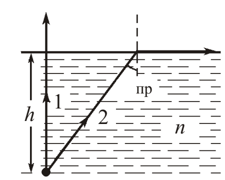
Участок цепи можно представить в виде, показанном на рисунке.

Следовательно, ток через сопротивления R_1 и R_2 и падение напряжения на сопротивлении R_1, равное показанию вольтметра,

$$I \quad \frac{}{R_1 \quad R_2}; \quad U_V \quad I\,R_1 \quad \frac{}{R_1 \quad R_2} R_1 \quad 1\ \text{В}.$$

Ответ: $U_V \quad \frac{}{R_1 \quad R_2} R_1 \quad 1$ В.

Задача №10



Источник света находится в среде более плотной, чем воздух. Поэтому лучи, падающие на границу раздела вода–воздух под углами большими, чем предельный угол полного внутреннего отражения

$$\sin \quad _{пр} \quad 1/n,$$

не выйдут из воды. Минимальное время на прохождение слоя воды затратит луч *1*, идущий перпендикулярно границе раздела сред, а максимальное – луч *2*, распространяющийся под углом $_{пр}$:

$$l_{\min} \quad h; \quad l_{\max} \quad \frac{h}{\cos \quad _{пр}} \quad \frac{h}{\sqrt{1 \quad \sin^2 \quad _{пр}}} \quad \frac{n\,h}{\sqrt{n^2 \quad 1}}; \quad t_{\min} \quad h/ \ ; \quad t_{\max} \quad l_{\max}/ \ ;$$

$$t_{\max}/t_{\min} \quad l_{\max}/l_{\min} \quad n/\sqrt{n^2 \quad 1} \quad 1{,}52.$$

Ответ: $t_{\max}/t_{\min} \quad n/\sqrt{n^2 \quad 1} \quad 1{,}52$.

Председатель центральной методической комиссии по физике ______________

Вариант №2

Задача №1

Для первого школьника:

$$S \quad S_1 \quad {}_{01}(\ t \quad t_p) \quad ½\, a t_p^2 \quad a t_p\ (\ t \quad t_p),$$

где ${}_{01} \quad a t_p$ скорость к моменту окончания разгона; $S_1 \quad ½\, a t_p^2$ путь за время разгона t_p.

Для второго школьника:

$$S \quad S_2 \quad {}_{02}[\ t \quad (t_p \quad)\quad] \quad ½\, a(t_p \quad)^2 \quad a(t_p \quad \quad (\ t \quad t_p \quad 2\ ),$$

где ${}_{02} \quad a(t_p \quad)$ скорость к моменту окончания разгона, где 1 с; $S_2 \quad ½\, a(t_p \quad)^2$ путь за время разгона. Следовательно,

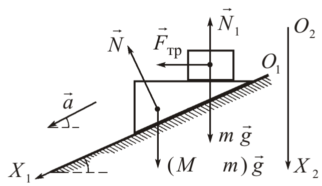
$$½\, a t_p^2 \quad a t_p\ (\ t \quad t_p) \quad ½\, a(t_p \quad)^2 \quad a(t_p \quad \quad (\ t \quad t_p \quad 2\ );$$

$$½\, t_p^2 \quad t_p \quad t \quad t_p^2 \quad ½\, t_p^2 \quad t_p \quad ½ \quad {}^2 \quad t_p \quad t \quad t_p^2 \quad 2 t_p \quad \quad t \quad t_p \quad 2\ {}^2; \quad t_p \quad ½ \quad t \quad ¾ \quad 9{,}25 \text{ с};$$

$$S \quad ½\, a t_p^2 \quad a t_p\ (\ t \quad t_p) \quad ½\, a t_p\ (2 \quad t \quad t_p) \quad 50 \text{ м}.$$

Ответ: $S \quad 50$ м.

Задача №2



Запишем уравнения движения системы «клин брусок» в проекции на ось $O_1 X_1$:

$$(M \quad m)\, a \quad (M \quad m)\, g \sin \quad .$$

Отсюда находим

$$a \quad g \sin \quad . \qquad (1)$$

Под действием силы тяжести $m\,\vec g$, силы нормальной реакции $\vec N_1$ и силы трения покоя $\vec F_{тр}$ брусок будет двигаться с ускорением $\vec a$.

Запишем уравнение движения бруска в проекции на ось $O_2 X_2$:

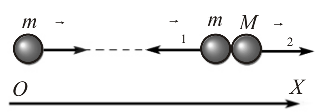
$$m\, a \sin \quad m\, g \quad N_1.$$

Отсюда с учетом (1) получим

$$F \quad N_1 \quad m\,(g \quad a \sin \quad) \quad m\, g\,(1 \quad \sin^2 \quad) \quad m\, g \cos^2 \quad 1{,}5 \text{ Н}.$$

Ответ: $F \quad m\, g \cos^2 \quad 1{,}5$ Н.

Задача №3



На основании законов сохранения импульса и механической энергии получим:

$$m \quad m \quad {}_1 \quad M \quad {}_2; \quad ½\, m \quad {}^2 \quad ½\, m \quad {}_1^2 \quad ½\, M \quad {}_2^2, \qquad (1)$$

где m, M массы шаров; начальная скорость движущегося шара массой m; ${}_1$, ${}_2$ скорости шаров после столкновения.

Перепишем уравнения (1) с учетом условия задачи (${}_1 \quad {}_2$) в виде:

$$m\,(\quad {}_1) \quad M \quad {}_1; \quad m\,(\quad {}_1)(\quad {}_1) \quad M \quad {}_1^2.$$

Отсюда получим:

$$ {}_1 \quad {}_1; \quad \frac{M}{m} \quad \frac{\quad {}_1}{\quad {}_1} \quad \frac{2 \quad {}_1 \quad {}_1}{\quad {}_1} \quad 3.$$

Ответ: $M/m \quad 3$.

Задача №4

Запишем условие плавания льда с вмороженным бруском:

$$(m_1 \quad m_2)\, g \quad F_{Арх\,1}, \text{ или } (m_1 \quad m_2)\, g \quad {}_в\, V_{погр\,1}\, g.$$

Следовательно, в воде будет находится часть льда объемом

$$V_{погр\,1} \quad (m_1 \quad m_2)/ \quad {}_в.$$

После таяния массы m_1 льда появится такая же масса воды, объем которой

$$V_в \quad m_1/ \quad {}_в.$$

Запишем условие плавания бруска после таяния льда:

$$m_2\, g \quad F_{Арх\,2}, \text{ или } m_2\, g \quad {}_в\, V_{погр\,2}\, g.$$

Следовательно, плавающий брусок вытеснит объем воды

$$V_{погр\,2} \quad m_2/ \quad {}_в.$$

Поскольку

$$V_в \quad V_{погр\,2} \quad (m_1 \quad m_2)/ \quad {}_в \quad V_{погр\,1},$$

то после того как лед растает, а брусок будет плавать на поверхности воды, уровень воды в сосуде не изменится.

Ответ: вода из сосуда не выльется.

Задача №5

После освобождения пружины шарики будут совершать колебания относительно центра масс системы с одинаковыми амплитудами и периодами:

$$A \quad ½ \quad x \quad 2 \text{ см}; \quad T \quad 2 \quad \sqrt{\frac{m}{k}} \quad 2 \quad \sqrt{\frac{m}{2\,k}} \quad 0{,}1 \text{ с},$$

где $k \quad ½\, k$ коэффициент жесткости половины пружины.

Ответ: $A \quad ½ \quad x \quad 2$ см; $T \quad 2 \quad \sqrt{\frac{m}{2\,k}} \quad 0{,}1$ с.

Задача №6

Записав уравнение Менделеева Клапейрона для водорода при температурах T_1 и T_2 в виде

$$P_0\, V \quad M/ \quad R\, T_1; \quad P_0\, V \quad (M \quad m)/ \quad R\, T_2$$

(где M первоначальная масса водорода в аэростате), получим:

$$M\, T_1 \quad (M \quad m)\, T_2; \quad M \quad \frac{m\, T_2}{T_2 \quad T_1}; \quad V \quad \frac{M\, R\, T_1}{P_0} \quad \frac{m\, R\, T_1\, T_2}{P_0\,(T_2 \quad T_1)} \quad 1807 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V \quad \frac{m\, R\, T_1\, T_2}{P_0\,(T_2 \quad T_1)} \quad 1807$ м³.

Задача №7

Поскольку процесс протекал так, что давление газа изменялось обратно пропорционально объему ($P \sim 1/V$), то температура газа не изменялась, т.е. процесс был изотермический. Следовательно, изменение внутренней энергии газа

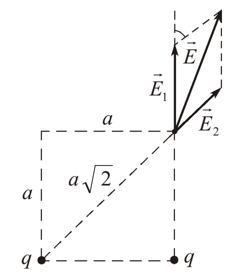
$$U \quad 0,$$

а работа газа

$$A \quad Q \quad 100 \text{ Дж}.$$

Ответ: $U \quad 0$; $A \quad Q \quad 100$ Дж.

Задача №8



На основании теоремы косинусов из рисунка получим:

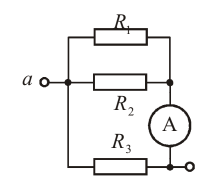
$$E \quad \sqrt{E_1^2 \quad E_2^2 \quad 2\, E_1\, E_2 \cos(\quad \quad)},$$

где $\quad ¼ \quad$; $E_1 \quad k\, q/a^2$, $E_2 \quad k\, q/(2\, a^2)$. Следовательно,

$$E \quad k\, \frac{q}{2\, a^2} \sqrt{5 \quad 2\sqrt{2}}; \quad q \quad \frac{2\, a^2\, E}{k\sqrt{5 \quad 2\sqrt{2}}} \quad 1 \text{ нКл}.$$

Ответ: $q \quad \frac{2\, a^2\, E}{k\sqrt{5 \quad 2\sqrt{2}}} \quad 1$ нКл.

Задача №9



Участок цепи можно представить в виде, показанном на рисунке.

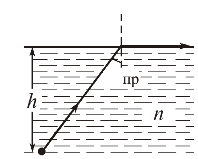
Следовательно, суммарный ток через сопротивления R_1 и R_2, равный показанию амперметра,

$$I \quad \frac{\quad}{R_{1\ 2}} \quad \frac{(R_1 \quad R_2)}{R_1\, R_2} \quad 0{,}5 \text{ А},$$

где $R_{1\ 2} \quad R_1 R_2/(R_1 \quad R_2)$.

Ответ: $I \quad \frac{(R_1 \quad R_2)}{R_1\, R_2} \quad 0{,}5$ А.

Задача №10



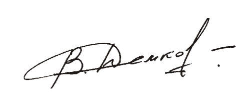
Источник света находится в среде более плотной, чем воздух. Поэтому лучи, падающие на границу раздела вода–воздух под углами большими, чем предельный угол полного внутреннего отражения

$$\sin \quad {}_{пр} \quad 1/n,$$

не выйдут из воды. Очевидно, максимальное расстояние в воде пройдет луч, распространяющийся под углом ${}_{пр}$:

$$l_{\max} \quad \frac{h}{\cos \quad {}_{пр}} \quad \frac{h}{\sqrt{1 \quad \sin^2 \quad {}_{пр}}} \quad \frac{n\, h}{\sqrt{n^2 \quad 1}} \quad 1{,}5 \text{ м}.$$

Ответ: $l_{\max} \quad \frac{n\, h}{\sqrt{n^2 \quad 1}} \quad 1{,}5$ м.

Председатель центральной методической комиссии по физике 

Вариант №3

Задача №1

При попутном ветре:

$$S \quad (\quad _{с} \quad _{в}) \quad t_1;$$

при встречном ветре:

$$S \quad (\quad _{с} \quad _{в}) \quad t_2;$$

при ветре, перпендикулярном трассе:

$$S \quad \sqrt{\quad ^2_{с} \quad ^2_{в}} \quad t,$$

где $_{в}$, $_{с}$ скорость ветра и скорость самолета относительно воздуха. Следовательно,

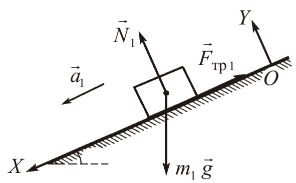
$$\frac{S}{t_1} \quad _{с} \quad _{в}; \quad \frac{S}{t_2} \quad _{с} \quad _{в}; \quad _{с} \quad \frac{S(\ t_1 \quad t_2)}{t_1 \ t_2}; \quad _{в} \quad \frac{S(\ t_2 \quad t_1)}{t_1 \ t_2};$$

$$t \quad \frac{S}{\sqrt{\quad ^2_{с} \quad ^2_{в}}} \quad \frac{2 \ t_1 \ t_2}{\sqrt{(\ t_1 \quad t_2)^2 \quad (\ t_2 \quad t_1)^2}} \quad \sqrt{\ t_1 \ t_2} \quad 98 \text{ мин.}$$

Ответ: $t \quad \sqrt{\ t_1 \ t_2} \quad 98$ мин.

Задача №2

Уравнение движения саней с пластиковыми полозьями массой (вместе со школьником) m_1:



$$OX: \ m_1 a_1 \quad m_1 g \sin \quad F_{тр\,1};$$

$$OY: \ 0 \quad N_1 \quad m_1 g \cos \quad ,$$

где сила трения $F_{тр\,1} \quad _1 N_1$. Отсюда ускорение саней

$$a_1 \quad g\,(\sin \quad _1 \cos \quad .$$

Аналогично для саней с металлическими полозьями:

$$a_2 \quad g\,(\sin \quad _2 \cos \quad .$$

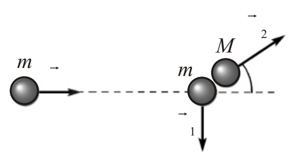
Следовательно,

$$S \quad \tfrac{1}{2} a_1 \ t_1^2; \quad S \quad \tfrac{1}{2} a_2 \ t_2^2; \quad \frac{t_2}{t_1} \quad \sqrt{\frac{a_1}{a_2}} \quad \sqrt{\frac{\sin \quad _1 \cos}{\sin \quad _2 \cos}} \quad \sqrt{\frac{\text{tg} \quad _1}{\text{tg} \quad _2}} \quad 1{,}06.$$

Ответ: $\dfrac{t_2}{t_1} \quad \sqrt{\dfrac{\text{tg} \quad _1}{\text{tg} \quad _2}} \quad 1{,}06.$

Задача №3

Поскольку удар абсолютно упругий, то выполняются законы сохранения импульса и механической энергии:

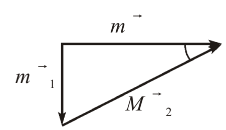


$$m \vec{} \quad m \vec{}_1 \quad M \vec{}_2;$$

$$\tfrac{1}{2} m \quad ^2 \quad \tfrac{1}{2} m \quad ^2_1 \quad \tfrac{1}{2} M \quad ^2_2,$$

где $\vec{}$ начальная скорость шарика; $\vec{}_1$, $\vec{}_2$ скорости шарика и шара после столкновения.

Изобразим на рисунке направления импульсов тел до и после соударения. Следовательно,



$$m \quad _1 \quad m \quad \text{tg} \quad ; \quad M \quad _2 \quad m \quad /\cos \quad ;$$

$$m \quad ^2 \quad m \quad ^2 \text{tg}^2 \quad \frac{m^2 \quad ^2_2}{M \cos^2}; \quad 1 \quad \text{tg}^2 \quad \frac{m}{M \cos^2};$$

$$\frac{M}{m} \quad \frac{1}{(1 \quad \text{tg}^2 \quad \cos^2} \quad \frac{1}{\cos^2 \quad \sin^2} \quad \frac{1}{\cos 2} \quad 2.$$

Ответ: $\dfrac{M}{m} \quad \dfrac{1}{\cos 2} \quad 2.$

Задача №4

Запишем условия плавания льда с бруском до таяния льда и бруска после таяния льда:

$$(m_1 \quad m_2)\,g \quad F_{Арх\,1}, \text{ или } (m_1 \quad m_2)\,g \quad _{в} V_{погр}\,g; \quad m_2\,g \quad F_{Арх\,2}, \text{ или } m_2\,g \quad _{в} V_{погр\ бр}\,g.$$

Следовательно, в воде будут находиться части льда и бруска, объемы которых

$$V_{погр} \quad (m_1 \quad m_2)/ \quad _{в}; \quad V_{погр\ бр} \quad m_2/ \quad _{в}.$$

После таяния массы m_1 льда появится такая же масса воды, объем которой

$$V_{в} \quad m_1/ \quad _{в}.$$

Объем воды $V_{в}$, образованной от таяния льда, равен разности объемов

$$V \quad V_{погр} \quad V_{погр\ бр} \quad (m_1 \quad m_2)/ \quad _{в} \quad m_1/ \quad _{в} \quad V_{в}.$$

Следовательно, после того как лед растает, уровень воды в сосуде не изменится.

Ответ: вода из сосуда не выльется.

Задача №5

Максимальная скорость груза будет при прохождении им положения равновесия:

$$_{max} \quad A \quad .$$

Собственная частота колебаний груза

$$\sqrt{k/m},$$

где суммарный коэффициент жесткости системы пружин $k \quad \tfrac{1}{2} k$.

Амплитуда колебаний, равная максимальному смещению груза из положения равновесия,

$$A \quad m\,g/k.$$

Следовательно,

$$_{max} \quad \frac{m\,g}{k}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad g\sqrt{\frac{m}{k}} \quad g\sqrt{\frac{2\,m}{k}} \quad 0{,}14 \text{ м/с.}$$

Ответ: $_{max} \quad g\sqrt{2\,m/k} \quad 0{,}14$ м/с.

Задача №6

Записав уравнение Менделеева Клапейрона для гелия в виде

$$P_0\,V \quad \frac{M}{\quad} R\,T$$

(где M масса газа в аэростате), получим:

$$M \quad \frac{P_0\,V}{R\,T}; \quad t \quad \frac{M}{m} \quad \frac{P_0\,V}{m\,R\,T} \quad 1660 \text{ с} \quad 27{,}7 \text{ мин.}$$

Ответ: $t \quad \dfrac{P_0\,V}{m\,R\,T} \quad 1660$ с $\quad 27{,}7$ мин.

Задача №7

Поскольку процесс протекал так, что объем газа изменялся прямо пропорционально температуре ($V \sim T$), то давление газа не изменялось, т.е. процесс был изобарический. Следовательно, изменение внутренней энергии газа

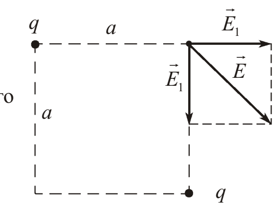
$$U \quad \tfrac{3}{2} \quad R \quad T \quad 63{,}6 \text{ Дж},$$

а работа газа

$$A \quad R \quad T \quad 42{,}4 \text{ Дж.}$$

Ответ: $U \quad \tfrac{3}{2} \quad R \quad T \quad 63{,}6$ Дж; $A \quad R \quad T \quad 42{,}4$ Дж.

Задача №8

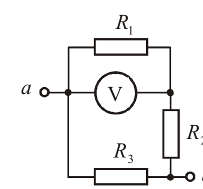


На основании принципа суперпозиции напряженность электрического поля в вершинах квадрата, свободных от зарядов,

$$E \quad \sqrt{E_1^2 \quad E_2^2} \quad \sqrt{2}\,k\,q/a^2 \quad 12{,}7 \text{ В/м.}$$

Ответ: $E \quad \sqrt{2}\,E_1 \quad \sqrt{2}\,k\,q/a^2 \quad 12{,}7$ В/м.

Задача №9



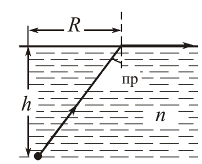
Участок цепи можно представить в виде, показанном на рисунке.

Следовательно, ток через сопротивления R_1 и R_2 и падение напряжения на сопротивлении R_1, равное показанию вольтметра,

$$I \quad \frac{\quad}{R_1 \quad R_2}; \quad U_{V} \quad I\,R_1 \quad \frac{\quad}{R_1 \quad R_2} R_1 \quad 10 \text{ В.}$$

Ответ: $U_{V} \quad \dfrac{\quad}{R_1 \quad R_2} R_1 \quad 10$ В.

Задача №10



Источник света находится в среде более плотной, чем воздух. Поэтому лучи, падающие на границу раздела вода – воздух под углами большими, чем предельный угол полного внутреннего отражения

$$\sin \quad _{пр} \quad 1/n,$$

не выйдут из воды. Следовательно, радиус светового круга на поверхности воды, образованного лучами, выходящими из воды,

$$R \quad h\,\text{tg} \quad h\frac{\sin \quad _{пр}}{\cos \quad _{пр}} \quad h\frac{\sin \quad _{пр}}{\sqrt{1 \quad \sin^2 \quad _{пр}}} \quad h\frac{1}{\sqrt{n^2 \quad 1}} \quad 2{,}28 \text{ м.}$$

Ответ: $R \quad h\dfrac{1}{\sqrt{n^2 \quad 1}} \quad 2{,}28$ м.

Председатель центральной методической комиссии по физике

Вариант №4

Задача №1

Если велосипедисты выезжают навстречу друг другу:

$$S_1 \quad {}_1\, t; \quad S_2 \quad {}_2\, t; \quad S \quad S_1 \quad S_2 \quad (\ {}_1 \quad {}_2)\ t.$$

Если велосипедисты выезжают их одного пункта:

$$S \quad {}_1\, t_1; \quad S \quad {}_2\,(\ t_1 \quad t_1).$$

Следовательно,

$$t_1 \ \frac{S}{{}_1};\quad t_1 \ \frac{S}{{}_2}\ t_1;\quad \frac{S}{{}_1}\ \frac{S}{{}_2}\ t_1;\quad S\ \ t_1 \frac{{}_1\ {}_2}{{}_1\ {}_2};\quad t_1 \frac{{}_1\ {}_2}{{}_1\ {}_2}\ (\ {}_1 \quad {}_2)\ t;$$

$$t_1\ {}_1\ {}_2\ (\ {}_1^2 \quad {}_2^2)\ t;\quad {}_1^2\ t\ t_1\ {}_1\ {}_2 \quad {}_2^2\ t\ \ 0;\quad (\ {}_1/\ {}_2)^2\ t \quad t_1(\ {}_1/\ {}_2) \quad t\ \ 0;$$

$$ {}_1/\ {}_2 \quad ½\,(t_1 \quad \sqrt{t_1^2 \quad 4 \quad t^2})/\ t \quad 1{,}25.$$

Ответ: $ {}_1/\ {}_2 \quad ½\,(t_1 \quad \sqrt{t_1^2 \quad 4 \quad t^2})/\ t \quad 1{,}25.$

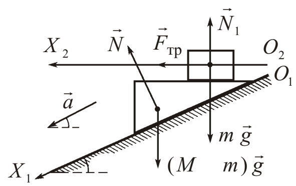
Задача №2

Запишем уравнения движения системы «клин брусок» в проекции на ось O_1X_1:

$$(M \quad m)\,a \quad (M \quad m)\,g\,\sin\ .$$

Отсюда находим

$$a \quad g\,\sin\ . \qquad (1)$$



Под действием силы тяжести $m\,\vec g$, силы нормальной реакции $\vec N_1$ и силы трения покоя $\vec F_{тр}$ брусок будет двигаться с ускорением $\vec a$.

Запишем уравнения движения бруска в проекциях на ось O_2X_2:

$$m\,a\cos \quad F_{тр}.$$

Отсюда с учетом (1) получим

$$F_{тр} \quad m\,a\cos \quad m\,g\,\sin \quad \cos \quad 0{,}85\ \text{Н}.$$

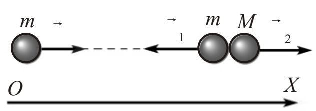
Ответ: $F_{тр} \quad m\,g\,\sin \quad \cos \quad 0{,}85$ Н.

Задача №3

На основании законов сохранения импульса и механической энергии получим:

$$m \quad m\ {}_1 \quad M\ {}_2; \qquad (1)$$

$$½\,m\ {}^2 \quad ½\,m\ {}_1^2 \quad ½\,M\ {}_2^2, \qquad (2)$$



где m, M $k\,m$ массы шаров; начальная скорость движущегося шара массой m; ${}_1$, ${}_2$ скорости шаров после столкновения.

Перепишем уравнения (1) в виде

$$m\,(\quad {}_1) \quad M\ {}_2;\quad m\,(\quad {}_1)(\quad {}_1) \quad M\ {}_2^2.$$

Отсюда получим

$$ {}_1 \quad {}_2;\quad m\,(\quad {}_2 \quad {}_1)\quad k\,m\ {}_2;\quad {}_1/\ {}_2 \quad (k \quad 1)/2 \quad 1.$$

Ответ: ${}_1/\ {}_2 \quad (k \quad 1)/2 \quad 1.$

Задача №4

Запишем условия плавания целого куска льда и его половины после таяния:

$$m\,g \quad F_{Арх\,1},\ \text{или}\ m\,g \quad {}_в\,V_{погр\,1}\,g;\quad ½\,m\,g \quad F_{Арх\,2},\ \text{или}\ ½\,m\,g \quad {}_в\,V_{погр\,2}\,g.$$

Следовательно, в воде будут находиться части льда, объемы которых

$$V_{погр\,1} \quad m/\ {}_в;\quad V_{погр\,2} \quad ½\,m/\ {}_в.$$

После таяния половины массы льда появится такая же масса воды, объем которой

$$V_в \quad ½\,m/\ {}_в.$$

Объем воды $V_в$, образованной от таяния льда, равен разности объемов

$$V \quad V_{погр\,1} \quad V_{погр\,2} \quad ½\,m/\ {}_в \quad V_в.$$

Следовательно, после того как половина льда растает, уровень воды в сосуде не изменится.

Ответ: вода из сосуда не выльется.

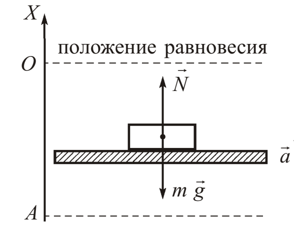
Задача №5

Запишем уравнения движения подставки с шайбой в проекции на ось OX системы координат:

$$OX:\ m\,a_x \quad m\,g \quad N.$$

Отсюда получим

$$N \quad m\,(g \quad a_x).$$



При гармонических колебаниях ускорение направлено к положению равновесия. Поэтому сила реакции подставки, по величине равная силе давления шайбы на подставку, будет максимальной при максимальном ускорении, направленном вверх, т.е. в крайнем нижнем положении подставки:

$$F_{max} \quad N_{max} \quad m\,(g \quad a_{max}).$$

Так как максимальное ускорение подставки

$$a_{max} \quad A\ {}^2,$$

а циклическая частота колебаний $2\ /T$, то

$$F_{max} \quad m\,(g \quad A\ {}^2) \quad m\,[g \quad A\,(2\ /T)^2] \quad 3{,}2\ \text{Н}.$$

Ответ: $F_{max} \quad m\,[g \quad A\,(2\ /T)^2] \quad 3{,}2$ Н.

Задача №6

Записав уравнение Менделеева Клапейрона для воздуха при температурах T_1 и T_2 в виде

$$P_1\,V \quad m/\ \ R\,T_1;\quad P_2\,V \quad m/\ \ R\,T_2$$

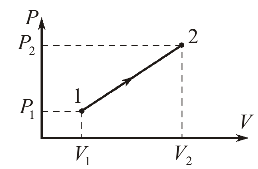
(где m масса воздуха в спутнике), получим

$$(P_1 \quad P_2)\,V \quad \frac{m}{}\,R\,(T_1 \quad T_2);\quad P\,V \quad \frac{m}{}\,R \quad T;\quad m \quad \frac{P\,V}{R \quad T} \quad 1745\ \text{кг}.$$

Ответ: $m \quad \frac{P\,V}{R \quad T} \quad 1745$ кг.

Задача №7

Поскольку процесс протекал так, что давление газа изменялось прямо пропорционально объему ($P \sim V$), то температура газа также изменялась.



Запишем уравнение Менделеева Клапейрона и уравнение процесса в начальном и конечном состояниях газа:

$$P_1\,V_1 \quad R\,T_1;\quad P_2\,V_2 \quad R\,T_2;\quad P_1 \quad V_1;\quad P_2 \quad V_2, \qquad (1)$$

где коэффициент пропорциональности.

Изменение внутренней энергии газа

$$U \quad ³⁄₂\ \ R\,(T_2 \quad T_1) \quad ³⁄₂\ \ R \quad T \quad 168{,}3\ \text{Дж}.$$

Работа газа численно равна площади под графиком процесса в осях $P \quad V$. С учетом (1)

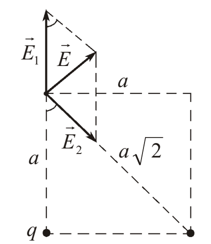
$$A \quad ½\,(P_1 \quad P_2)(V_2 \quad V_1) \quad ½\,(P_1\,V_2 \quad P_1\,V_1 \quad P_2\,V_2 \quad P_2\,V_1) \quad ½\,(P_2\,V_2 \quad P_1\,V_1) \quad ½\ \ R \quad T \quad 56{,}1\ \text{Дж}.$$

Ответ: $U \quad ³⁄₂\ \ R \quad T \quad 168{,}3$ Дж; $A \quad ½\ \ R \quad T \quad 56{,}1$ Дж.

Задача №8

На основании теоремы косинусов из рисунка получим:

$$E \quad \sqrt{E_1^2 \quad E_2^2 \quad 2\,E_1\,E_2\cos\ },$$



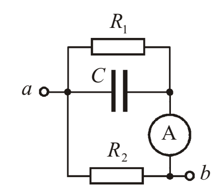
где $¼$; $E_1 \quad k\,q/a^2$, $E_2 \quad k\,q/(2\,a^2)$. Следовательно,

$$E \quad k\,\frac{q}{2\,a^2}\sqrt{5 \quad 2\sqrt{2}} \quad 6{,}63\ \text{В/м}.$$

Ответ: $E \quad k\,\frac{q}{2\,a^2}\sqrt{5 \quad 2\sqrt{2}} \quad 6{,}63$ В/м.

Задача №9

Участок цепи можно представить в виде, показанном на рисунке.



Следовательно, через амперметр течет ток, равный току через сопротивление R_1:

$$I \quad /R_1 \quad 0{,}5\ \text{А}.$$

Ответ: $I \quad /R_1 \quad 0{,}5$ А.

Задача №10

Скорость света в средах:

$$ {}_1 \quad c/n_1;\quad {}_2 \quad c/n_2.$$

Так как ${}_1 \quad {}_2/k$, то среда, в которой распространяются падающий и отраженный лучи, более плотная, чем среда, в которой распространяется преломленный луч. Поэтому лучи, падающие на границу раздела сред могут испытать полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения:

$$\sin\ {}_{пр} \quad \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{{}_1}{{}_2} \quad \frac{1}{k};\quad {}_{пр} \quad \arcsin\,(1/k) \quad 45{,}6^o.$$

Ответ: ${}_{пр} \quad \arcsin\,(1/k) \quad 45{,}6^o.$

Председатель центральной методической комиссии по физике ____________

Вариант №5

Задача №1

Максимальная дальность броска (45^o)

$$S \quad \frac{{}^2_0 \sin 2}{g} \quad \frac{{}^2_0}{g}.$$

Максимальная высота броска (90^o)

$$h_{\max} \quad \frac{{}^2_0 \sin^2}{2g} \quad \frac{{}^2_0}{2g}.$$

Следовательно,

$$h_{\max} \quad \tfrac{1}{2} S \quad 2 \text{ м} \quad h.$$

Ответ: не сможет.

Задача №2

Уравнения движения дождевых капель:

$$m\,a \quad m\,g \sin \;; \quad S \quad \tfrac{1}{2} a \quad t^2,$$

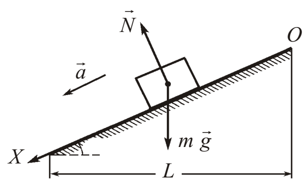
где $S \quad L/\cos$ длина ската крыши дома шириной $2L$.

Следовательно,

$$L/\cos \quad \tfrac{1}{2} g \sin \quad t^2.$$

Очевидно, время «соскальзывания» дождевой воды

$$t \quad \sqrt{\frac{2L}{g \sin \quad \cos}} \quad \sqrt{\frac{4L}{g \sin 2}}$$



будет минимальным при

$$\sin 2 \quad 1; \quad 45^o.$$

Ответ: 45^o.

Задача №3

На основании закона сохранения энергии:

$$\tfrac{1}{2} m \;{}^2_0 \quad \tfrac{1}{2} m \;{}^2 \quad m\,g\,h; \quad \tfrac{1}{2} m \;{}^2_1 \quad m\,g\,H,$$

где $\tfrac{1}{2} m \;{}^2_1 \quad \tfrac{1}{2}(\tfrac{1}{2} m \;{}^2)$. Следовательно,

$$\tfrac{1}{2} m \;{}^2_0 \quad 2\,m\,g\,H \quad m\,g\,h; \quad H \quad {}^2_0/(4g) \quad \tfrac{1}{2} h \quad 2 \text{ м}.$$

Ответ: $H \quad {}^2_0/(4g) \quad \tfrac{1}{2} h \quad 2$ м.

Задача №4

Уравнение движения мачты:

$$0 \quad T \quad m\,g \quad F_{\text{Арх}},$$

где $m \quad L\,S$ масса мачты; $F_{\text{Арх}} \quad {}_0\, g\, V_{\text{погр}} \quad \tfrac{2}{3}\; {}_0\, g\, L\, S$ сила Архимеда в момент обрыва троса.

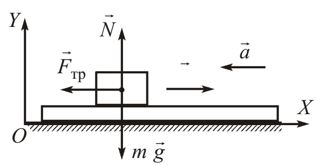
Следовательно,

$$T \quad m\,g \quad F_{\text{Арх}} \quad (\quad \tfrac{2}{3}\; {}_0) L\,S\,g \quad 1045 \text{ Н}.$$

Ответ: $T \quad (\quad \tfrac{2}{3}\; {}_0) L\,S\,g \quad 1045$ Н.

Задача №5

При движении подставка будет увлекать за собой шайбу за счет силы трения покоя, действующей между ними. В момент времени, когда трение покоя достигнет максимального значения $F_{\text{тр}} \quad N$, шайба начнет скользить по подставке.



При движении из положения равновесия в ту или другую сторону ускорение тел будет направлено противоположно скорости.

Запишем уравнения движения шайбы в проекциях на оси системы координат в виде

$$OX: \; m\,a_x \quad F_{\text{тр}}; \quad OY: \; 0 \quad N \quad m\,g.$$

Следовательно, в момент начала скольжения шайбы по подставке

$$m\,a_x \quad m\,g; \quad a_x \quad g. \qquad (1)$$

Записав закон гармонических колебаний подставки и шайбы

$$x \quad A \sin(\quad t \quad {}_0)$$

в начальный момент времени (при $t \quad 0$ координата $x \quad 0$)

$$0 \quad A \sin \; {}_0,$$

получим: ${}_0 \quad 0$. Следовательно,

$$x \quad A \sin(\quad t). \qquad (2)$$

Продифференцировав (2) дважды по времени, найдем ускорение подставки и шайбы:

$$a_x \quad x \quad A \;{}^2 \sin(\quad t).$$

В момент начала скольжения шайбы по подставке (см. выражение (1))

$$A \;{}^2 \sin(\quad t_{\text{ск}}) \quad g.$$

Отсюда получим:

$$t_{\text{ск}} \quad \frac{1}{\;} \arcsin \frac{g}{A \;{}^2} \quad \frac{T}{2} \arcsin \frac{g\,T^2}{4 \;{}^2 A} \quad 0{,}13 \text{ с},$$

где $2 \; /T$.

Ответ: $t_{\text{ск}} \quad \dfrac{T}{2} \arcsin \dfrac{g\,T^2}{4 \;{}^2 A} \quad 0{,}13$ с.

Задача №6

Записав уравнение Менделеева Клапейрона до и после нагревания газа в виде

$$P_0\,V \quad R\,T_1; \quad P_2\,V \quad R\,T_2$$

(где $P_2 \quad (1 \quad) P_0$; $T_2 \quad T_1 \quad T$ конечные давление и температура газа), получим:

$$1 \quad \frac{T_1 \quad T}{T_1}; \quad T_1 \quad \frac{T}{\;}; \quad \frac{P_0\,V}{R\,T_1} \quad \frac{P_0\,V}{R \quad T} \quad 2014 \text{ моль}.$$

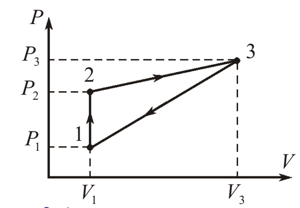
Ответ: $\dfrac{P_0\,V}{R \quad T} \quad 2014$ моль.

Задача №7

Работа газа за цикл численно равна площади фигуры, ограниченной «петлей» цикла в осях $P \quad V$:

$$A \quad \tfrac{1}{2}(P_2 \quad P_1)(V_3 \quad V_1) \quad \tfrac{1}{2} P_1 V_1 (x \quad 1),$$

где учтено условие задачи ($P_2 \quad 2P_1$) и введено обозначение $x \quad V_3/V_1$.



С учетом уравнения Менделеева Клапейрона, записанного в состоянии *1*,

$$P_1 V_1 \quad R\,T_1$$

получим:

$$A \quad \tfrac{1}{2} \quad R\,T_1 (x \quad 1) \quad \tfrac{1}{2} \quad R\,T_{\min} (x \quad 1); \quad x \quad \frac{V_3}{V_1} \quad \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad \frac{2A}{R\,T_{\min}} \quad 1 \quad 14.$$

Ответ: $\dfrac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad \dfrac{2A}{R\,T_{\min}} \quad 1 \quad 14$.

Задача №8

Наличие металлической пластины внутри конденсатора уменьшает зазор в два раза и, как следствие, увеличивает в два раза емкость конденсатора ($C_2 \quad 2C$).

Начальный и конечный заряды на обкладках конденсатора:

$$q_1 \quad C\,\mathscr{E}; \quad q_2 \quad C_2\,\mathscr{E} \quad 2C\,\mathscr{E}.$$

Следовательно, через источник прошел заряд

$$q \quad q_2 \quad q_1 \quad C\,\mathscr{E} \quad 120 \text{ мкКл}.$$

Ответ: $q \quad C\,\mathscr{E} \quad 120$ мкКл.

Задача №9

Ток через вольтметр и падение напряжения на нем равны соответственно

$$I \quad \frac{\mathscr{E}}{R_V \quad r}; \quad U_V \quad I\,R_V \quad \frac{\mathscr{E}}{R_V \quad r} R_V.$$

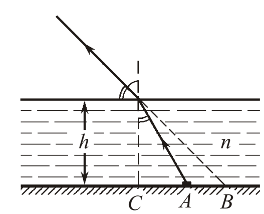
Следовательно,

$$\mathscr{E}/U_V \quad (R_V \quad r)/R_V \quad 1{,}05.$$

Ответ: $\mathscr{E}/U_V \quad (R_V \quad r)/R_V \quad 1{,}05$.

Задача №10

Из-за преломления света мальчику кажется, что камень расположен в направлении точки B, т.е. дальше, чем в действительности.



Запишем закон преломления луча в виде

$$n \sin \quad \sin \;, \qquad (1)$$

где $(\tfrac{1}{2}$ угол преломления луча. Из рисунка видно, что палка воткнется в дно водоема на расстоянии от камня, равном

$$l \quad AB \quad CB \quad CA \quad h \,\text{tg} \quad h \,\text{tg} \quad h \,\text{tg}(\tfrac{1}{2} \quad h \frac{\sin}{\cos} \quad h \,\text{ctg} \quad h \frac{\sin}{\sqrt{1 \quad \sin^2}},$$

или с учетом (1)

$$l \quad h(\text{ctg} \quad \cos \; / \sqrt{n^2 \quad \cos^2}) \quad 15 \text{ см}.$$

Ответ: $l \quad h(\text{ctg} \quad \cos \; / \sqrt{n^2 \quad \cos^2}) \quad 15$ см.

Председатель центральной методической комиссии по физике ____________

Вариант №6

Задача №1

Поскольку снежки бросили «правильно», значит их дальности полета максимальны ($\quad 45^{\circ}$):

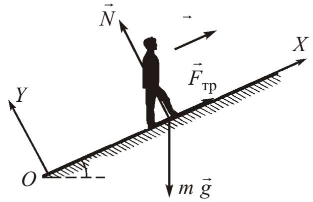
$$S_1 \quad {}^2_{01} \sin 2 \quad /g \quad {}^2_{01}/g; \quad S_2 \quad {}^2_{02} \sin 2 \quad /g \quad {}^2_{02}/g.$$

Следовательно,

$$S_1 \quad n\, S_2; \qquad {}_{01} \quad \sqrt{n} \quad {}_{02} \quad 1{,}3.$$

Ответ: $\;{}_{01} \quad \sqrt{n} \quad {}_{02} \quad 1{,}3.$

Задача №2



Минимальная сила трения покоя подошв обуви мальчика о лед, необходимая для движения вверх по горке,

$$F_{\text{тр пок}} \quad m\, g \sin \quad 0{,}17\, m\, g.$$

Максимальная сила трения покоя

$$F_{\text{тр max}} \quad N \quad m\, g \cos \quad 0{,}1\, m\, g.$$

Поскольку $F_{\text{тр max}} \quad F_{\text{тр пок}}$, то пройти вверх по горке мальчик не сможет.

Ответ: не сможет.

Задача №3

На основании закона сохранения энергии:

$$\tfrac{1}{2} m \;{}^2_0 \quad \tfrac{1}{2} m \;{}^2 \quad m\, g\, h; \quad m\, g\, h \quad \tfrac{3}{8} m \;{}^2.$$

Следовательно,

$$\tfrac{1}{2} m \;{}^2_0 \quad 2\, m \;{}^2; \qquad \tfrac{1}{2} \;{}_0; \qquad {}_0 \quad g\; t; \quad t \quad (\qquad /g \qquad /(2\, g)) \quad 1 \text{ с.}$$

Ответ: $t \qquad /(2\, g) \quad 1$ с.

Задача №4

Запишем условия плавания лодки до и после ремонта:

$$m\, g \quad F_{\text{Арх }1}, \text{ или } m\, g \quad {}_1 V_{\text{погр }1}\, g; \quad (m \quad m_{\text{пл}})\, g \quad F_{\text{Арх }2}, \text{ или } (m \quad m_{\text{пл}})\, g \quad {}_1 V_{\text{погр }2}\, g,$$

где m, $m_{\text{пл}}$ масса лодки и масса пластика соответственно.

Если до ремонта объем погруженной части лодки был равен $V_{\text{погр }1} \quad h\, S$, то после ремонта $V_{\text{погр }2} \quad (h \quad h \quad h_{\text{пл}})\, S$, где S площадь дна лодки; h глубина погружения лодки до ремонта; $h_{\text{пл}}$ толщина слоя пластика. Следовательно,

$$m \quad {}_1 h\, S; \quad m \quad m_{\text{пл}} \quad {}_1 (h \quad h \quad h_{\text{пл}})\, S.$$

Отсюда получим

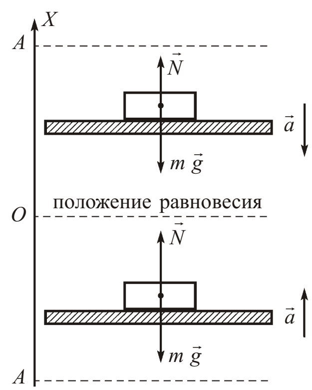
$$m_{\text{пл}} \quad {}_1 (\quad h \quad h_{\text{пл}})\, S.$$

С другой стороны масса пластика $m_{\text{пл}} \quad {}_2 h_{\text{пл}}\, S$. Следовательно,

$${}_1 (\quad h \quad h_{\text{пл}})\, S \quad {}_2 h_{\text{пл}}\, S; \quad h_{\text{пл}} \quad \frac{{}_1}{{}_2 \quad {}_1} \quad h \quad 3 \text{ см.}$$

Ответ: $h_{\text{пл}} \quad \dfrac{{}_1}{{}_2 \quad {}_1} \quad h \quad 3$ см.

Задача №5



Монета оторвется от подставки, если сила нормальной реакции со стороны подставки станет равной нулю.

Запишем уравнение движения подставки с монетой в проекции на ось OX в виде:

$$OX: \; m\, a_x \quad m\, g \quad N.$$

Отсюда получим

$$N \quad m\,(g \quad a_x).$$

При гармонических колебаниях ускорение направлено к положению равновесия. Поэтому отрыв монеты от подставки возможен, когда подставка с монетой будут находиться выше положения равновесия.

Записав закон гармонических колебаний подставки и монеты

$$x \quad A \sin (\quad t \qquad {}_0)$$

в начальный момент времени (при $t \quad 0$ координата $x \qquad A$)

$$A \quad A \sin \quad {}_0,$$

получим: ${}_0 \quad \tfrac{3}{2}$. Следовательно,

$$x \quad A \sin (\quad t \quad \tfrac{3}{2} \quad) \qquad A \cos (\quad t). \qquad (2)$$

Продифференцировав (2) дважды по времени, найдем ускорение подставки и монеты:

$$a_x \quad x \quad A \;{}^2 \cos (\quad t).$$

В момент отрыва монеты от подставки:

$$N \quad m\,(g \quad a_x) \quad 0; \quad g \quad A \;{}^2 \cos (\quad t_{\text{отр}}) \quad 0.$$

Отсюда получим:

$$t_{\text{отр}} \quad \frac{1}{\;} \arccos \quad \frac{g}{A \;{}^2} \quad 0{,}1 \text{ с.}$$

Ответ: $t_{\text{отр}} \quad \dfrac{1}{\;} \arccos \quad \dfrac{g}{A \;{}^2} \quad 0{,}1$ с.

Задача №6

Условие равновесия шарика:

$$0 \quad F \quad (m_1 \quad m_2)\, g \quad F_{\text{Арх}},$$

где сила Архимеда $F_{\text{Арх}} \qquad g\, V$.

Записав уравнение Менделеева Клапейрона для окружающего воздуха в виде

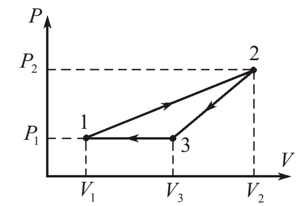
$$P_0 \qquad R\, T / \quad ,$$

получим:

$$\frac{P_0}{R\, T}; \quad F_{\text{Арх}} \quad \frac{P_0}{R\, T}\, g\, V; \quad F \quad F_{\text{Арх}} \quad (m_1 \quad m_2)\, g \quad \frac{P_0}{R\, T}\, g\, V \quad (m_1 \quad m_2)\, g \quad 0{,}27 \text{ Н.}$$

Ответ: $F \quad \dfrac{P_0}{R\, T}\, g\, V \quad (m_1 \quad m_2)\, g \quad 0{,}27$ Н.

Задача №7



Работа газа за цикл, численно равна площади фигуры, ограниченной «петлей» цикла в осях $P \quad V$:

$$A \quad \tfrac{1}{2} (P_2 \quad P_1)(V_3 \quad V_1) \quad P_1 V_1,$$

где учтено, что $P_2 \quad 2\, P_1$ и $V_3 \quad 3\, V_1$.

С учетом уравнения Менделеева Клапейрона, записанного в состоянии *1*,

$$P_1 V_1 \qquad R\, T_1$$

получим:

$$A \qquad R\, T_1; \quad T_1 \quad T_{\min} \quad A / \quad R \quad 485 \text{ К.}$$

Ответ: $T_{\min} \quad A / \quad R \quad 485$ К.

Задача №8

До внесения пластины напряженность электрического поля между обкладками и заряд конденсатора были соответственно равны

$$E \quad U/d; \quad q \quad C\, U,$$

где d расстояние между обкладками; U разность потенциалов между обкладками конденсатора.

Поскольку каждая обкладка находится в электрическом поле $\vec{E}_1$, создаваемом другой обкладкой ($E_1 \quad \tfrac{1}{2} E$), то сила притяжения обкладок до внесения пластины

$$F_1 \quad q\, E_1 \quad \frac{q\, E}{2} \quad \frac{C\, U^2}{2\, d}.$$

Наличие металлической пластины внутри конденсатора уменьшает зазор в два раза и, как следствие, увеличивает в два раза емкость конденсатора ($C_2 \quad 2\, C$). Следовательно, сила притяжения обкладок конденсатора после внесения пластины

$$F_2 \quad \frac{C_2\, U^2}{2\, (\tfrac{1}{2} d)} \quad \frac{2\, C\, U^2}{d} \quad 4\, F_1.$$

Ответ: увеличилась в 4 раза.

Задача №9

Первоначальный ток через вольтметр и падение напряжения на нем равны соответственно

$$I_1 \quad \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{V}} \quad r} \quad \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{V}}}; \quad U_{\text{V}1} \quad I_1 R_{\text{V}} \quad \mathcal{E},$$

а после подключения сопротивления

$$I_2 \quad \frac{\mathcal{E}}{R\, R_{\text{V}}/(R \quad R_{\text{V}}) \quad r} \quad \frac{\mathcal{E}}{R \quad r}; \quad U_{\text{V}2} \quad I_2 \frac{R\, R_{\text{V}}}{R \quad R_{\text{V}}} \quad I_2 R \quad \frac{\mathcal{E}}{R \quad r} R,$$

где учтено, что $R_{\text{V}} \quad r$ и $R_{\text{V}} \quad R$. Следовательно,

$$U_{\text{V}1} \quad n\, U_{\text{V}2}; \quad \mathcal{E} \quad n \frac{\mathcal{E}}{R \quad r} R; \quad R \quad r \quad n\, R; \quad r \quad (n \quad 1)\, R \quad 7{,}5 \text{ Ом.}$$

Ответ: $r \quad (n \quad 1)\, R \quad 7{,}5$ Ом.

Задача №10

Записав закон преломления в виде

$$n \sin \qquad \sin \quad ,$$

получим:

$$\arcsin (n \sin \quad ; \qquad \arcsin (n \sin \qquad 11{,}7^{\circ}$$

Ответ: $\quad \arcsin (n \sin \qquad 11{,}7^{\circ}.$

Председатель центральной методической комиссии по физике ____________________

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

«СОГЛАСОВАНО»

Председатель Координационного Совета

Российской аэрокосмической олимпиады школьников

______________________А.Н. Геращенко

Структура билетов и критерии оценки I–го тура Российской аэрокосмической олимпиады школьников по физике в 2014 году

Билет, выдаваемый школьнику, содержит **10 задач** различной степени сложности по основным разделам физики: механика, молекулярная физика и термодинамика, электромагнетизм, оптика. Каждый билет содержит **две простые задачи, пять задач средней сложности**, **две задачи повышенной сложности**, и **одну сложную задачу**. Таким образом, школьнику требуется продемонстрировать знания и умения решения задач разной сложности по темам из нескольких разделов физики. Задачи в билетах располагаются в соответствии с общепринятым порядком изучения основных разделов физики в школах.

Оценка работы складывается из баллов, полученных за каждую отдельную задачу. Максимальный вклад задачи равен **10** баллам. Максимальная оценка за работу **100** баллов.

За решение каждой задачи билета выставляется одна из следующих оценок:

1,0 – задача решена правильно;

0,8 – задача решена правильно и получен ответ в общем виде; есть ошибка в размерности полученной физической величины или арифметическая ошибка;

0,6 – задача решена не полностью; имеются все необходимые для ее решения физические соотношения; есть ошибка в алгебраических преобразованиях;

0,4 – задача решена не полностью; отсутствуют некоторые физические соотношения, необходимые для решения задачи;

0,2 – задача не решена; в работе имеются лишь отдельные записи, относящиеся к решению данной задачи или к описанию явления, рассматриваемого в задаче;

0,0 – решение задачи или относящиеся к нему какие-либо записи в работе отсутствуют.

За каждую задачу ставится балл, равный оценке, полученной за ее решение, умноженной на **10**.

За работу в целом ставится оценка, равная сумме баллов, полученных за решение каждой задачи. Если сумма баллов равна нулю, то итоговая оценка за работу «1».

Председатель центральной методической комиссии по физике ______________________